جامعة عين شمس

كلية الآداب

قسم الجغرافيا



هضبة الدفنة في شمال شرق ليبيا

" دراسة جيومورفولوجية "

رسالة مقدمة لنيل درجة الدكتوراه في الجغرافيا الطبيعية

إعداد:

محمود على المبروك صالح

إشراف

أ. د/محمود محمد عاشور

أستاذ الجغرافيا الطبيعية بكلية الآداب

جامعة عين شمس

2013 م / 1434 هـ

جامعة عين شمس

كلية الآداب

قســـم الجغرافيا



اسم البــاحث : محمــود على المبروك صالــح.

عنوان الرسالة : **هضبـة الدفنة فـي شمال شـرق ليبيا**

" دراسـة جيومورفولوجية "

الدرجة العلمية : دكتـــوراه.

القسم التابع له : قســم الجغــرافيا.

اســم الكليـــة : كلية الآداب.

اســم الجامعة : جامعة عين شمس.

سنــة المنــح : 2013 م /1434 هــ .

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿ وَهُوَ الَّذِي مَدَّ الْأَرْضَ وَجَعَلَ فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْهَارًا وَمِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ جَعَلَ فِيهَا زَوْجَيْنِ اثْنَيْنِ يُغْشِي اللَّيْلَ النَّهَارَ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴾ .

صَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمِ

الآية (3) من سُورةُ الرَعْدُ

الإهـــــداء

إلى: أبـــي وأمـــي......

حفظهما الله ووفقني لطاعتهما، وأطال الله في عمرهما وأحسن خاتمتهما براً وإحساناً ، وأدعو لهما بدوام الصحة والعافية........

إلى إخوتي وأخواتي......

الذين اشد بهم أزري فخراً و اعتزازاً واعترافاً بالجميل...

إلى زوجتي .....

جزاكي الله خيراً على كل ماقدمتيه وما ستقدمينه لتظلي في هذه المرتبة العالية في حياتي...

إلى ابنتي....

ميار و منار .....

شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين سيدنا محمد بن عبدالله، وعلى أله وصحبه ومن صار على نهجه إلى يوم الدين، أن من يستحق الشكر وبدون انقطاع هو الله سبحانه وتعالى ربي أوزعني أن اشكر نعمتك التي أنعمتها على وعلى والدي وان اعمل صالحا ترضاه ، والحمد لله رب العاملين الذي انعم على بالصحة والعافية والتوفيق وهداني إلى طريق العلم، ويسر لي السبل لا نجاز وإتمام هذه الدراسة على النحو الذي هي عليه حتي ظهرت بالصورة التي بين أيدينا، فإن وفقت فمن عند الله.

أتقدم بجزيل الشكر وعظيم الامتنان إلى العالم العربي الجليل أستاذي الفاضل، الأستاذ الدكتور **محمود محمد عاشور**، أستاذ الجغرافيا الطبيعية ورئيس قسم الجغرافيا ورئيس وحدة نظم المعلومات الجغرافيا الأسبق بكلية الآداب جامعة عين شمس، لتفضله بالإشراف على هذه الدراسة، وعلى رقي معاملته ورحابة صدره وأسلوبه في التعامل بكل تواضع في تقديم المعلومات وتحليه بأخلاق العلماء، وجهده وإسهامه في تعليمي وتوجيهي وإرشادي، فجزاه الله عني خير الجزاء، وأطال الله في عمره ونفع بعلمه الأمة الإسلامية والعربية.

كما أتقدم بجزيل الشكر والثناء والتقدير والاحترام إلى أعضاء هيئة التدريس الكرام والمعيدين بقسم الجغرافيا بجامعة عين شمس على حسن المعاملة الطيبة طول فترة الدراسة واخص بالذكر العالم العربي الجليل الأستاذ الدكتور **نبيل سيد إمبابي** الذي غمرني بكرمه وطيبة معاملة وتواضعه ودعمه المعنوي، أطال الله في عمره ونفع بعلمه الأمة الإسلامية والعربية.

كما اتوجة بالشكر والتقدير للعاملين بمكتبة كلية الآداب والمكتبة المركزية والمعمل المركزي للتحاليل بجامعة عين شمس واخص بالشكر والتقدير إلى الأستاذ جمال والأستاذة نجلاء، والعاملين بالمكتبة المركزية بجامعة عمر المختار فرع طبرق وأمانة الزراعة طبرق ودار الكتب الوطنية ببنغازي والمكتبة المركزية بجامعة بنغازي ومركز البحوث الصناعية بليبيا والمركز الوطني للأرصاد الجوي ومحطة أرصاد طبرق، على ما قدموه لي من مصادر وتقرير ومراجع وخرائط ساهمت في انجاز هذه الدراسة.

كما اخص بالشكر والتقدير زملائي وأصدقائي الأعزاء الذين تحملوا الجهد والعناء في مرافقتي أثناء الدراسة الميدانية، واخص منهم بذكر الأستاذ سليم مفتاح والأستاذ احمد رجب والأستاذ خميس احمد والأستاذ فتح الله خطاب فلهم مني جزيل الشكر وكل الاحترام.

كما أقدم كل الشكر والتقديري والاحترام لأبي وأمي وإخوتي وزوجتـــي وابنتـــي علـــى ماكابدوا معي من جهد ومشقة وصبر على ما كان مني طول فترة الدراسة فجراهم الله عنـــي خير الجزاء.

كما لا يفوتني أن أقدم كل الشكر والامتنان والاحترام إلى كل من قدم لي كل العون لإتمام هذه الدراسة من خلال تقديم المراجع والدعم المعنوي والنصح والإرشاد.

كما اتوجة بعظيم الشكر والتقدير إلى أستاذي الجليلين أ.د نبيل سيد إمبابي أستاذ الجغرافيـــا الطبيعية بكلية الآداب جامعة عين شمس، وأ.د / مني عبدالرحمن الكيـــالي أســـتاذ الجغرافيـــا الطبيعية بكلية الآداب جامعة حلوان، على تفضلهما بقبول الدعوة لمناقشة هذا العمل وتقويمه، سائلا الله عز وجل أن أكون قد وفقت في دراسته.

والله ولـــي التوفيق..... والحمد لله ربــــ العالمين....

الباحث.......

قائمة المحتــويات

قائمة المحتــويات

قائمة المحتـــويات

قائمة المحتـــويات

قائمة المحتـــويات

قائمة الجداول

قائمة الجداول

قائمة الجداول

قائمة الأشكال

قائمة الأشكال

قائمة الأشكال

قائمة الأشكال

قائمة الأشكال

قائمة الأشكال

قائمة الأشكال

قائمة الأشكال

قائمة الأشكال

قائمة الأشكال

المقـــــدمة

1 ـ موقع منطقة الدراسة وملامحها الجغرافية

2 ـ أسباب اختيار الموضوع

3 ـ أهـداف الدراســة

4 ـ الدراســات السابقة

5 ـ المناهج المستخدمة في الدراسة

6 ـ الوسائل والتقنيات المستخدمة في الدراسة

7 ـ مراحل إعداد الدراسة

مقـــدمة الدراســــة

الجيومورفولوجيا علم يهتم بدراسة أشكال سطح الأرض والعمليات التي ســاهمت فـــي تكوينها والمواد المكونة لها، ويهدف هذا العلم إلى وصف هذه الأشكال وتصنيفها تبعا لظروف نشأتها وتوزيعها والعوامل التي كونتها، وتحديد أماكن تواجدها وكيفية الاستفادة من ثرواتهـــا الطبيعية، ولقد تطور علم الجيومورفولوجيا بتطور أساليب البحث العلمي المتمثلة في التقنيات، كالأجهزة العلمية الدقيقة، وبرامج الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية.

وتتناول هذه المقدمة موقع منطقة الدراســة، وملامحهــا الجغرافيــة، وأســباب اختيــار الموضوع والهدف منه، مع عرض لمجموعة من الدراسات السابقة، والمنــاهج المســتخدمة، والوسائل والتقنيات الحديثة المستخدمة في الدراسات الجيومورفولوجية التي تتمثل في بــرامج الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مع استعراض مراحل إعداد الدراسة، وسوف يتم عرضها على النحو **التالي:**

1 ـ موقع منطقة الدراسة وملامحها الجغرافية:

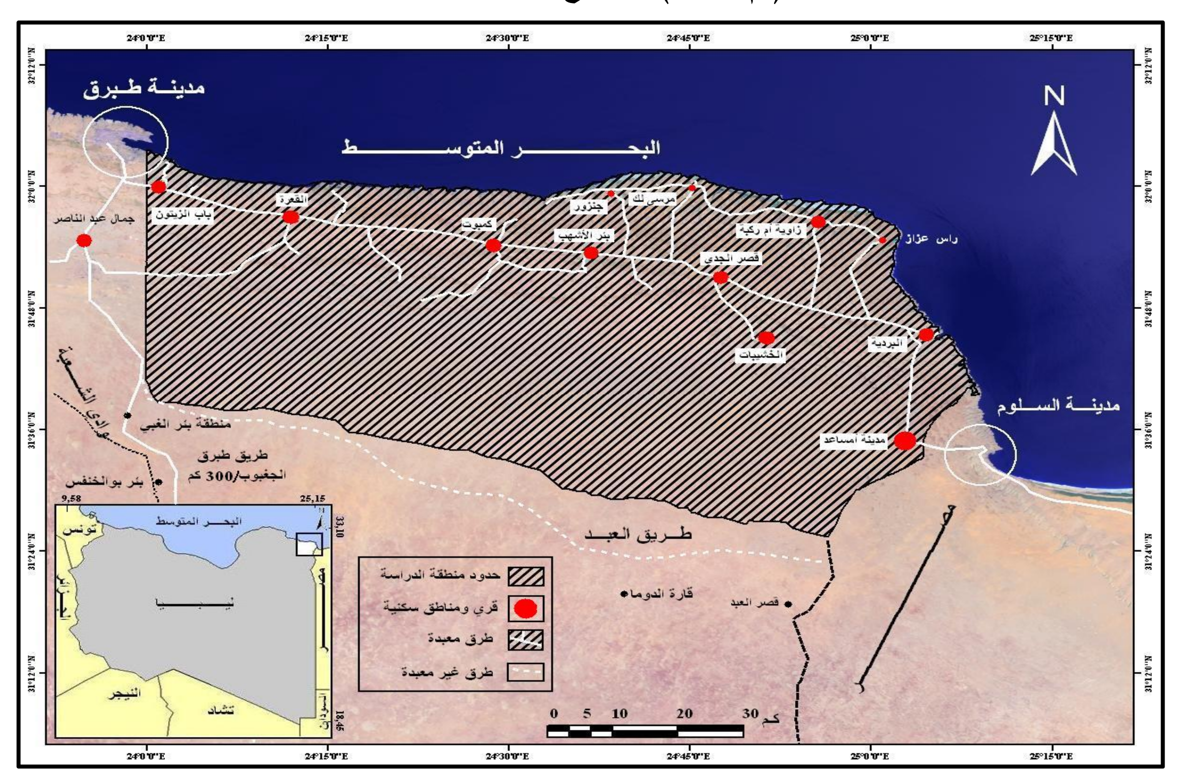
تمتد منطقة الدراسة في الجزء الشمالي الشرقي من ليبيا، وتشمل معظم هضبة الدفنة التـــي تمتد من شرق مدينة طبرق من مصب وادي أم الشاوش حتي بئر الرملة فـــي الشـــرق عنـــد الحدود الشرقية لليبيا مع جمهورية مصر العربية لمسافة 130 كم، وتبدأ من ســـاحل البحـــر المتوسط في الشمال وتتوغل في الجنوب لمسافة 50 كم وتتداخل مع المناطق الداخلية بشـــكل تدريجي، وتعتبر منطقة البلط هي المنطقة الانتقاليـــة والفاصـــلة بـــين الهضـــبة والمنطقـــة الصحراوية التي تتمشي حدودها مع الطريق الصحراوي الغير معبد المعروف باسم طريـــق العبد، في حين تتمشي حدودها الغربية مع الطريق الواصل مابين طبـــرق مـــرورا بمنطقـــة الخوير وجمال عبد الناصر حتى منطقة بئر الغبي في الجنوب الغربي.

وبهذا التحديد تقع الهضبة فلكيا بين دائرتي عرض 31.30° و 32.21° شمالا، وبين خطي طول 24.00° و 25.08° شرقا، وتقدر مساحتها بحوالي 5638.3 كم^2، ويبلغ أقصي ارتفـــاع لها 223 متر فوق مستوي سطح البحر عند حجاج سقيفة المجبد بمنطقة قصر الجدي، وتظهر الحافات في هذه المناطق أكثر وضوحا عن بقية أجزاء وأطراف الهضبة (شكل م ــ1).

ينتشر على سطح المنطقة العديد من المنخفضات التي تتبـــاين فـــي مســـاحتها وأعماقهـــا وتوزيعها، وتشرف الهضبة في بعض أجزائها على ساحل البحر بشكل جروف بحرية تتفاوت في الارتفاع في كل من منطقة البردية وباب الزيتون، ويبدو سطح الهضبة في هذه الأجـــزاء شديد التضرس والتقطيع بمجاري الأودية التي تمتد من الجنوب إلى الشمال بشـــكل متـــوازي لتصب في البحر المتوسط، وتغلب على الأطراف الجنوبية من الهضبة شبه الاستواء، الـــذي

يكون أسطح مستوية تنتشر عليها غطاءات من الحصى والجلاميد، وبعض الفرشات الرملية التي تتخللها بعض النباك.

شكل (م ـ 1) موقع منطقة الدراسة



2 ـ أسباب اختيار الموضوع :

- رغبة الطالب في دراسة أشكال سطح الأرض.
- عدم دراسة المنطقة من الناحية الجيومورفولوجية، رغم توافر عدد من الدراسات والخرائط الجيولوجية والطبوغرافية التي تغطي المنطقة بمقاييس مختلفة بالإضافة إلى المرئيات الفضائية، مما شكل كما من المادة الأولية للدراسة الجيومورفولوجية.
- سهولة تحديد المنطقة عند دراستها جيومورفولوجيا، وتنوع الأشكال الجيومورفولوجية داخل المنطقة مابين أشكال ساحلية، وشبكات تصريف الأودية، والمنخفضات والحافات وما يظهر عليها من أشكال.
- سهولة التنقل في جميع أرجاء منطقة الدراسة، لتوفر شبكات من الطرق المعبدة والترابية وقرب المنطقة من سكن الطالب، مما أعطى الطالب فرصة كبيرة للقيام بدراسة ميدانية ومحاولة تغطية جميع أجزاء منطقة الدراسة، إلا أن بعض المناطق ظلت دون الوصول إليها، نتيجة لوجود بقايا حقول ألغام الحرب العالمية الثانية، التي تنتشر في الأطراف الجنوبية الغربية والجنوبية الشرقية، وبعض الحقول التي تتوزع وسط منطقة الدراسة.

3 ـ أهــداف الدراســة:

تهدف دراسة هضبة الدفنة إلى تحقيق مجموعة من الأهداف تتلخص في الآتي:

- رسم الخريطة الجيومورفولوجية لهضبة الدفنة ودراستها عن طريق دراسة جميع أجزائها والتعرف على الظـاهرات والأشـكال الجيومورفولوجيـة، وإبـراز مراحـل التطـور الجيومورفولوجي التي مرت بها الهضبة.
- رسم خرائط لشبكات التصريف المائي لأحواض الأودية باستخدام الوسائل العلمية الحديثة ودراسة خصائصها المورفومترية والمورفولوجية، وتحديد أنمـاط التصـريف السـائدة للأودية.
- دراسة وتحليل الأشكال الجيومورفولوجية للهضبة وتصنيفها مـن حيـث أصـل نشـأتها والعوامل المسئولة عن تشكيلها، ورسم قطاعات عرضـية للأوديـة وقطاعـات طوليـة لمنحدرات الهضبة ومنخفضاتها، بغرض التعرف على الخصـائص العامـة للمنحـدرات ومعدلات تقوسها ومعرفة أهم أشكال المنحدرات السائدة بالهضبة والعوامل التي أدت إلى تشكيلها.

4 ـ الدراســات السابقة:

لم تتعرض منطقة الدراسة لأي دراسة جيومورفولوجية مفصلة ومسـتقلة، إلا أن هنـاك العديد من الدراسات سواء كانت جيولوجية أو هيدرولوجية أو إقليمية قامت بهـا مؤسسـات حكومية أو قام بها أفراد بغرض الوصول إلى أهداف ونتائج ومن هذه الدراسات **مايلي:**

4 ـ 1 ـ الدراسات الجيولوجية:

- تعد دراسة (مركز البحوث الصناعية، 1977) هي الدراسة الوحيدة التي تناولت جيولوجية الهضبة والمناطق المجاورة، وهي عبارة عن خريطة جيولوجية " لوحة البردية" مقيـاس 1:250.000 مع كتيب تفسيري باللغة الانجليزية للخريطة، حيث تناول الدراسة التفصيلية لخصائص صخور الزمن الثالث التي يمثلها تكوين الخويمات والفائدية والجغبـوب الـذي تغطي صخوره الجزء الأكبر من منطقة الدراسة، وتظهر طبقاتة بوضـوح علـى طـول امتداد الحافات الصدعية وفي بعض المقاطع الجانبية للأوديـة، كمـا تناولـت الدراسـة الخطوط العامة للبنية الجيولوجية، حيث اتضح تأثر المنطقة بمجموعة من الصدوع العادية التي تمتد من الشرق إلى الغرب إلى الشمال الغربي وتكون موازية لخط السـاحل، كمـا تناول الكتيب التفسيري تكوينات الزمن الرابع التي يمثلها تكوين اجـدابيا "الكالكارنيـت " الذي يظهر في بعض الأجزاء من المنطقة الساحلية، إضـافة إلـى رواسـب السـبخات والرواسب المائية والهوائية.

4 ـ 2 ـ الدراسات الهيدرولوجية:

أعدت وزارة الزراعة والثروة المائية والحيوانية مع مجموعة من الشركات والمعاهد العلمية سواء العربية أو الأجنبية مجموعة من الدراسات الهيدرولوجية، ركزت أغلبها على مصابات الأودية وبعض الأراضي الصالحة للزراعة في المناطق الساحلية، يمكن توضيح أهمها في الآتي:

- دراسة (معهد الثروة المائية بلغراد يوغسلافيا، 1974) " البحوث والدراسات عن 25 واديا في منطقة طبرق الساحلية "، تناولت الدراسة 23 واديا من هضبة الدفنة، وكان الغرض الأساسي من الدراسة هو تكوين قاعدة من البيانات الجيولوجية والمناخية بغرض إنشاء سدود على مصبات الأودية، وتتكون الدراسة من مجلدين أساسين باللغة الانجليزية مع بعض التقارير باللغة العربية، كما تضمت الدراسة مجموعة من الخرائط الجيولوجية وخرائط النباتات الطبيعية والتربة الخاصة بالأودية.
- دراسة (الهيئة المصرية الاستشارية لتنمية موارد المياه، 1974)،"دراسة وتصميم وإشراف على مشروعات الأودية بمنطقة طبرق"، كان الهدف من الدراسة العمل على تنمية المناطق الزراعية داخل مجاري الأودية وعمل مشروعات الري للزراعة، كما تطرقت الدراسة إلى جيولوجية الأودية بشكل مختصر، وتتمثل في الصخور الجيرية التي تغطي معظم الأودية، وتتكون من الحجر الجيري الأبيض المائل إلى الرمادي اللون، مع تداخلات من الحجر الجيري الدولوميتي، كما قسمت التربة في الدراسة إلى خمس درجات حسب نوعية وجودة التربة وإمكانياتها الزراعية.

4 ـ 3 ـ الدراسات الإقليمية:

هناك بعض الدراسات الإقليمية التي قام بها أفراد على مستوي إقليم برقة يمكن إيجاز أهمها في **الآتي:**

- دراسة (جودة حسنين جودة،1975) جاءت في كتاب " أبحاث في جيومورفولوجية الأراضي الليبية "، تناول في البحث الأول برقة والبطنان في أواخر الزمن الثالث وأثناء الزمن الرابع ــ دراسة في الجيومورفولوجية المناخية، تكون البحث من 25 صفحة، تطرق فيه إلى التطور الجيومورفولوجي لإقليمي برقة والبطنان، كما تناول الأشكال الجيومورفولوجية الرئيسية وذكر بأنها نشأت نتيجة للأحداث التكتونية التي حدثت في الفترة مابين أواخر عصر الميوسين ونهاية عصر البليوسين، كما تطرق في الدراسة إلى نشأة الأرصفة البحرية.
- دراسة (أحمد سعيد الشريف وآخرون، 1990) " المسح الاقتصادي الشامل لإقليم البطنان " نشر الدراسة مركز البحوث والاستشارات بجامعة قاريونس بنغازي، تحتوي الدراسة على

229 صفحة موزعة على ثمانية فصول تشمل السكان والقوي العاملة، والتراكيب الجيولوجية والموارد الطبيعية، والموارد المائية والتربة والمناخ والزراعة والصناعة، وكان الهدف من الدراسة تقييم الوضع الاقتصادي والاجتماعي للإقليم بغرض التطوير واستغلال الموارد الطبيعية في إنشاء المشاريع الاقتصادية.

4 ـ 4 ـ دراسات جيومورفولوجية مجاورة لمنطقة الدراسة:

- دراسة (محمد رمضان مصطفي، 1993) " هضبة الدفة / دراسة جيومورفولوجية"، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب جامعة عين شمس، تتكون الرسالة من 257 صفحة موزعة على أربعة فصول، تناول في الفصل الأول المقدمة العامة والدراسات السابقة وطريقة الدراسة، في حين تناول الفصل الثاني جيولوجية الهضبة ومظاهر البنية الجيولوجية والرواسب السطحية، وتضمن الفصل الثالث الخريطة المورفولوجية للهضبة وقسمت إلى الحافات وشبكات تصريف الأودية والحمادات والمنخفضات، وخصص الفصل الرابع بالدراسة التفصيلية للمنخفضات باعتبارها أوضح الظاهرات الجيومورفولوجية على سطح الهضبة.

5 ـ المناهج المستخدمة في الدراسة:

تم اتباع منهجين من المناهج العلمية في دراسة هضبة الدفنة وذلك لتحقيق أهداف الدراسة، وهما على النحو **التالي:**

5 ـ1ـ المنهج الوصفي:

تم اتباع المنهج الوصفي في وصف المظهر المورفولوجي العام للهضبة ووصف التكوينات الجيولوجية والمناخ السائد بمنطقة الدراسة، كما تم استخدامه في وصف الأشكال الجيومورفولوجية وتوزيعها الجغرافي وتصنيفها تبعا لانواعها واصل نشأتها قياس أبعادها في الدراسة الحقلية، مثل الأشكال الناتجة عن التجوية وحركة المواد على المنحدرات وأشكال النحت والترسيب المائي والريحي.

5 ـ 2 ـ المنهج التحليلي الكمي:

تم استخدام هذا المنهج في تحليل البيانات التي تم قياسها والحصول عليها من الدراسة الحقلية ومن المرئيات الفضائية، وتم استخدامه **كالآتي:**

- تحليل البيانات والقياسات الحقلية التي تم قياسها في الحقل مثل قياسات قطاعات المنحدرات، وأبعاد الظاهرات الجيومورفولوجية.
- التحليل المورفومتري لشبكات تصريف الأودية عن طريق نموذج الارتفاع الرقمي **DEM** وذلك بحساب مجموعة من المعاملات المورفومترية الخاصة بدراسة شبكات التصريف.

- التحليل الحجمي والشكلي والمعدني والكيميائي لعينات الرواسب التي تم جمعها من الدراسة الحقلية، وتم تحليل الرواسب بمعمل التحاليل المركزي بكلية العلوم بجامعة عين شمس، وقد شملت التحاليل 33 عينة شملت معظم الرواسب داخل حدود منطقة الدراسة ويوضح الجدول (م ــ 1) العينات التي تم تحليلها ونوع التحليل **كمايلي:**

جدول (م ــ 1) عينات الرواسب التي تم تحليلها بمنطقة الدراسة

الرقم	العينة	عدد العينات	نوع التحليل				
			الحجمي	الاحصائي	الشكلي	المعدني	الكيميائي
1	رواسب السبخات	4	√	√	√	√	√
5	رواسب الكثبان رملية	5	√	√	√	√	√
10	رواسب الشواطئ الرملية	3	√	√	√	—	—
14	رواسب الشواطئ الحصوية	4	√	—	√	—	—
18	رواسب الكثبان الرملية المتصلبة الكالكارنيت	1	√	√	—	—	—
19	رواسب المروح الفيضية (3عينات من كل مروحة)	3	√	√	√	—	—
22	رواسب المصاطب الرسوبية	5	√	—	√	—	—
23	رواسب بطون الأودية	4	√	—	√	—	—
24	رواسب الفرشات الرملية	2	√	√	√	—	—
26	رواسب الكثبان الصاعدة على الحافات	2	√	√	—	—	—

- **التحليل الحجمي:** تم اجراء التحليل الحجمي لعدد 23 عينة بلغ وزن كل عينة حوالي100 جرام، وقد اجرء التحليل بطريقة النخل الجاف بعد التخلص من المواد الكلسية، وذلك بغسل العينات بحامض هيدروكلوريك مخفف، ثم غسل العينات وتجفيفها في الفرن الكهربائي، ثم تحليلها عن طريق المنخل الكهربائي.
- **التحليل الاحصائي:** تم التحليل الاحصائي لعدد 23 عينة وذلك من خلال تطبيق مجموعة من المعاملات الاحصائية والتي تتضمن المتوسط والانحراف المعياري "التصنيف" والالتواء والتفلطح.
- **التحليل الشكلي** : لدراسة استدارة وكروية حبيبات الكثبان الرملية ورواسب السبخات ورواسب الفرشات الرملية، تم فحص مجموعة من العينات تحت المكروسكوب الالكتروني بمعمل التحاليل المركزي بجامعة عين شمس بكلية العلوم،(JEOL TEM 1200 EXII).
- **التحليل الكيميائي والمعدني** : من اجل معرفة الخصائص الكيميائية والمعدنية للرواسب تم تحليل 4 عينات لرواسب السبخات و5 عينات للكثبان الرملية، حيث يشمل التحليل تحديد نسبة السليكا ونسب العناصر الجيرية والحديدية ثم تصنيف اكسيد العناصر الاخري وذلك عن طريق مجموعة من الخطوات(للمزيد عن هذه الخطوات راجع، محمود محمد عاشور واخرون، السبخات في شبة جزيرة قطر،1991).

6 ـ الوسائل والتقنيات المستخدمة في الدراسة:

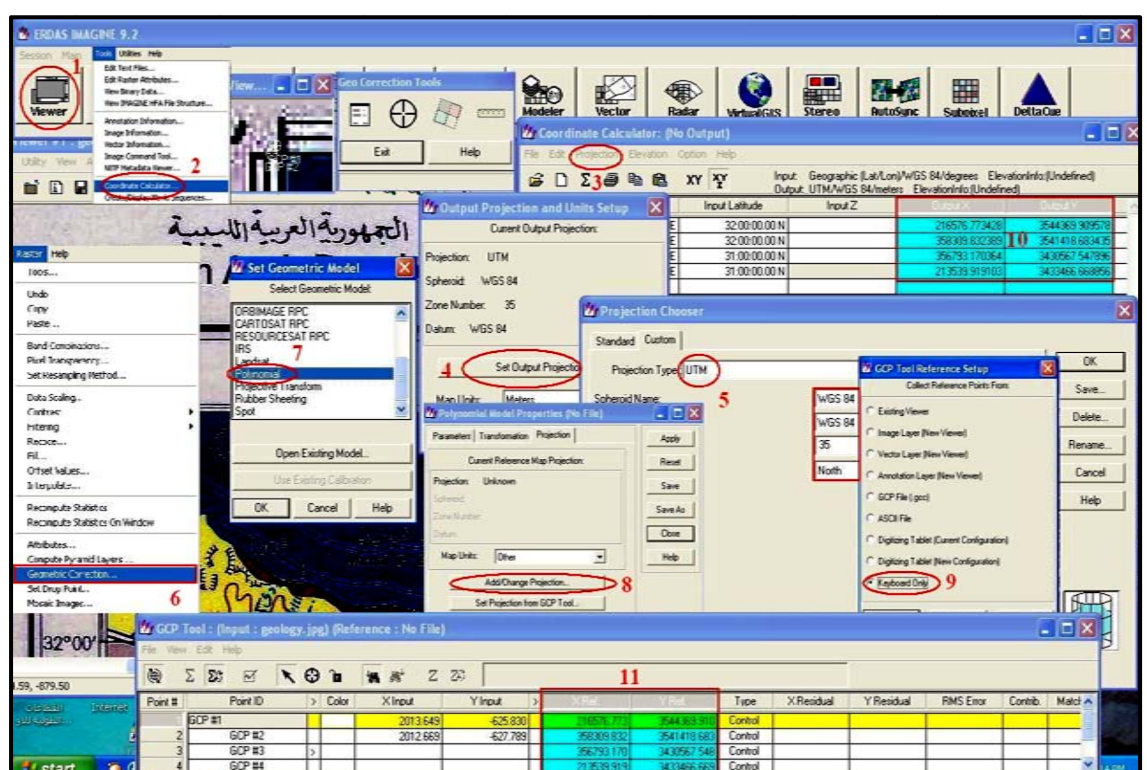
إن الدراسات الجيومورفولوجية الحديثة تسعي دائما إلى استخدام البرامج التكنولوجية الحديثة خاصة تلك التي تتعلق بتقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية Gis، نتيجة لسرعتها ودقتها العالية في معالجة البيانات وتحليلها وإخراجها، وقد اعتمدت هذه الدراسة على مجموعة من البرامج والتقنيات الحديثة يمكن توضيحها في **الآتي:**

6 ـ 1 ـ برامج الاستشعار عن بعد:

يعد برنامج ERDAS IMAGINE من أهم برامج الاستشعار عن بعد والأكثر انتشارا في معالجة الصور والخرائط، وفي تحليل المرئيات الفضائية بواسطة التحليل البصري والرقمي، وتتلخص الوظائف التي تم استخدامها في هذا البرنامج في **الآتي:**

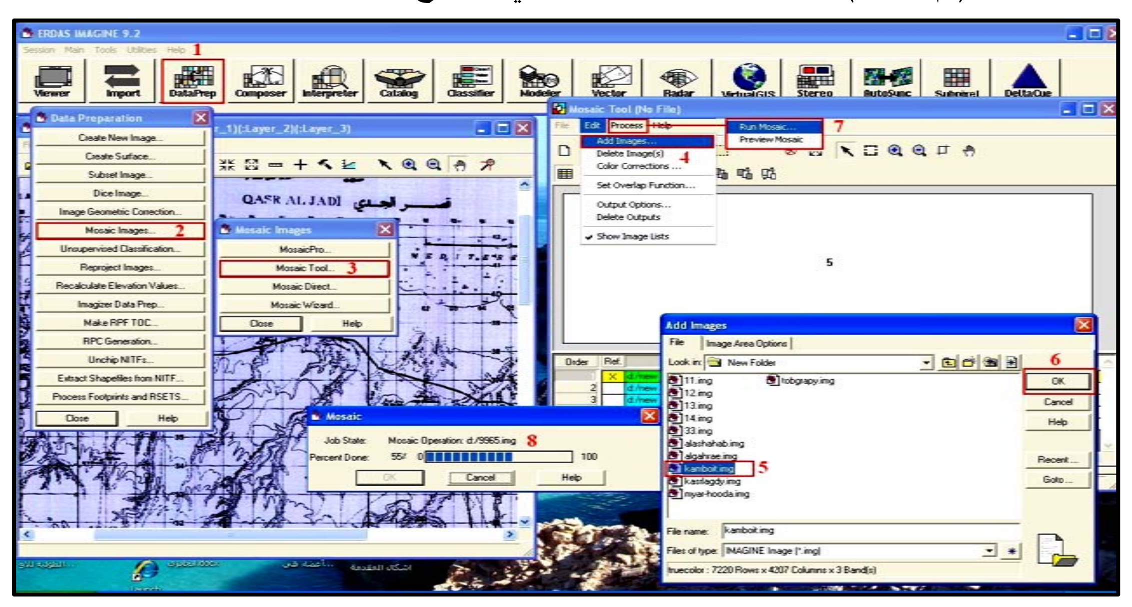
- التصحيح الهندسي Geometric Correction للخرائط والصور الجوية الورقية وربطها بالمواقع الجغرافية بواسطة الإحداثيات Coordinate Systems باستخدام المسقط المستعرض العالمي UTM في النطاق WGS 1984 N35، وذلك بتحديد أربع نقاط على أطراف الخريطة ونقلها إلى البرنامج ثم تعريفها، ويتم ذلك عن طريق مجموعة من الخطوات توضحها (شكل م ــ 2)، وتم اعتمادها في جميع الخرائط التي تغطي منطقة الدراسة.

شكل (م ــ 2) خطوات تصحيح الخرائط في برنامج ERDAS IMAGINE

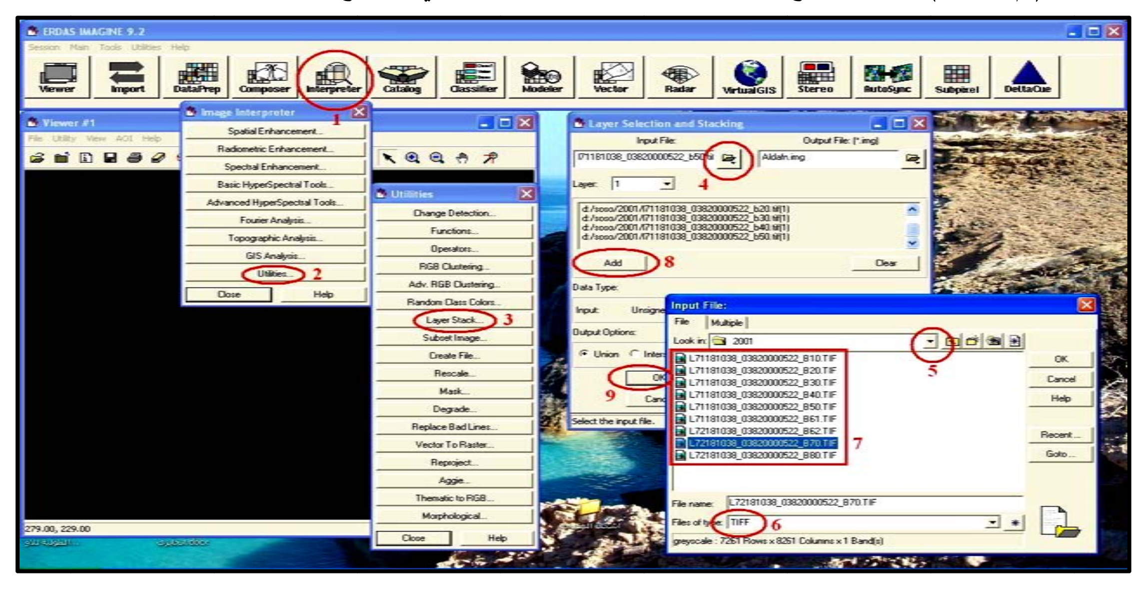


- عمل موزاييك للخرائط الطبوغرافية وجمعها في لوحة واحدة حتـــى يـــتم العمـــل عليهـــا (شكل م ــ 3).
- دمج باندات Bands الصور الفضائية بعد الحصول عليها من شبكة الانترنت، حتى تصبح صورة واحدة، وتتم بمجموعة من الخطوات توضحها (شكل م ــ 4).
- تصنيف بيانات الصور الفضائية، وتتم عملية التصنيف بطريقتين هما: التصـــنيف غيـــر الموجـــهة Unsupervised Classification والتصـــنيف الموجـــهة Supervised Classification وتم استخدامة في التعرف على الأراضي الزراعيـــة ذات المســـاحات الكبيرة ويتسم بالدقة والسرعة وقلة التكلفة.

شكل (م ــ 3) خطوات عمل الموزاييك في برنامج ERDAS IMAGINE



شكل (م ــ 4) خطوات دمج باندات الصور الفضائية ETM في برنامج ERDAS IMAGINE

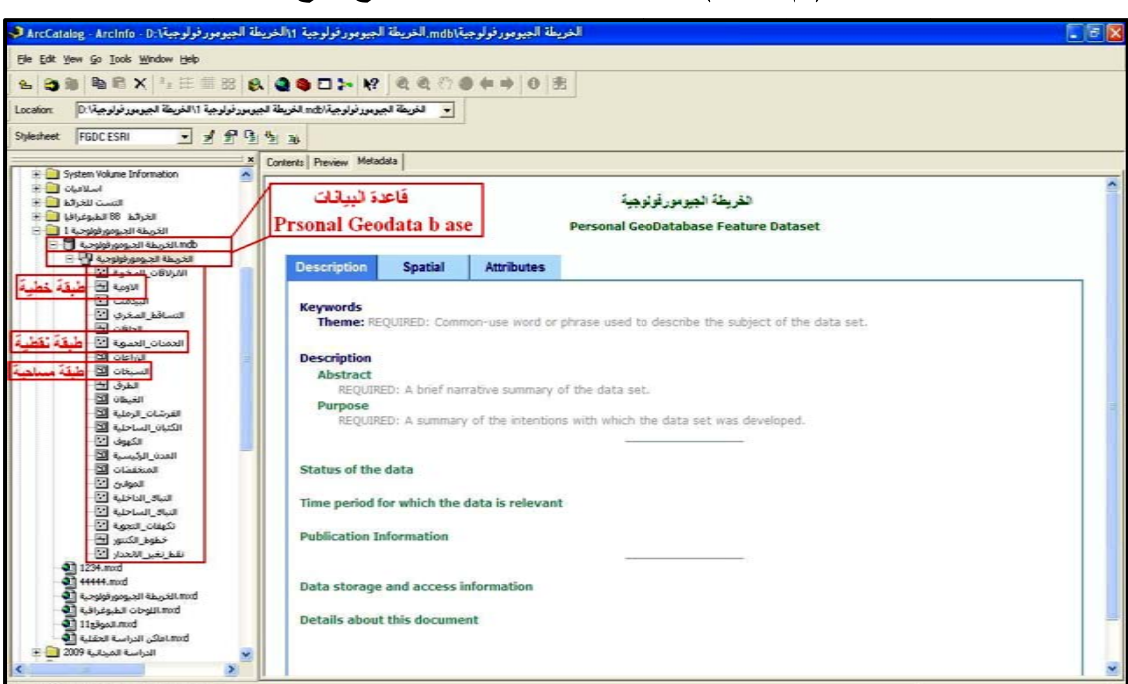


6 ـ 2 ـ برنامج نظم المعلومات الجغرافية Geographical Information Systems:

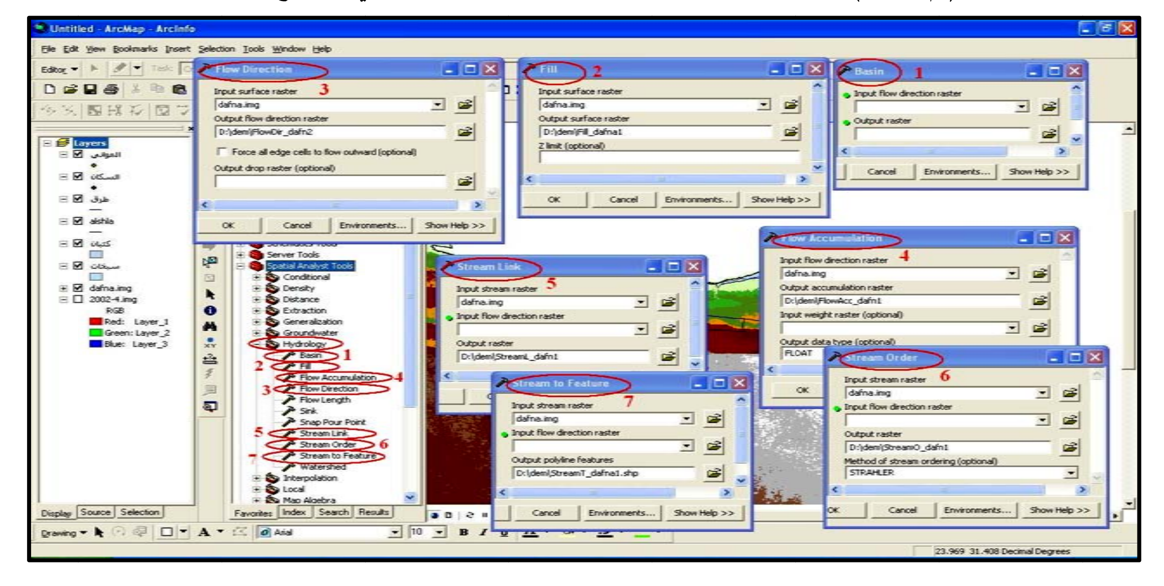
تعرف نظم المعلومات الجغرافيا بأنها عبارة عن نظم متكاملة، تقوم بتنظيم المعلومات الجغرافية وعرض للبيانات وتخزينها ومعالجتها وتحليلها وربطها بمواقعها الجغرافية على سطح الأرض، وتتميز نظم المعلومات الجغرافية في قدرتها على إدخال البيانات ومعالجتها وتحليلها وعرضها وتخزينها وإخرجها في شكل خرائط ورسومات بيانية، ومن أشهر برامج نظم المعلومات الجغرافيا برنامج **Arc Gis**، وتم استخدامه في الدراسة في رسم وتحليل العديد من الخرائط على النحو **التالي:**

- إنشاء قاعدة بيانات Geodatabase من نافذة Arc catalog، لأنها تحتوي على جميع الخصائص النقطية والخطية والمساحية، وتم إنشاء ملف لكل نوع من الخرائط (شكل م ـ 5).
- رسم الظاهرات الجغرافية من الخرائط الجيولوجية والطبوغرافية والصور الفضائية حسب نوع الطبقات التي تم إنشائها في قاعدة البيانات ويتم الرسم على نافذة Arc Map.
- تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية DEM من خلال نافذة Arc Toolbox حيث تقوم بالعديد من المعالجات للبيانات الجغرافية، ومن أهم وظائفها تحليل الخصائص التضاريسية مثل تحليل الانحدارات واتجاهاتها وإنشاء خطوط الكنتور واستخلاص شبكات التصريف المائي (شكل م ـ 6).
- إخراج البيانات على شكل خرائط ورقية.

شكل (م ـ 5) نافذة Arc catalog توضح نوع البيانات



شكل (م ــ 6) خطوات استخلاص شبكات التصريف المائية في برنامج Arc Gis

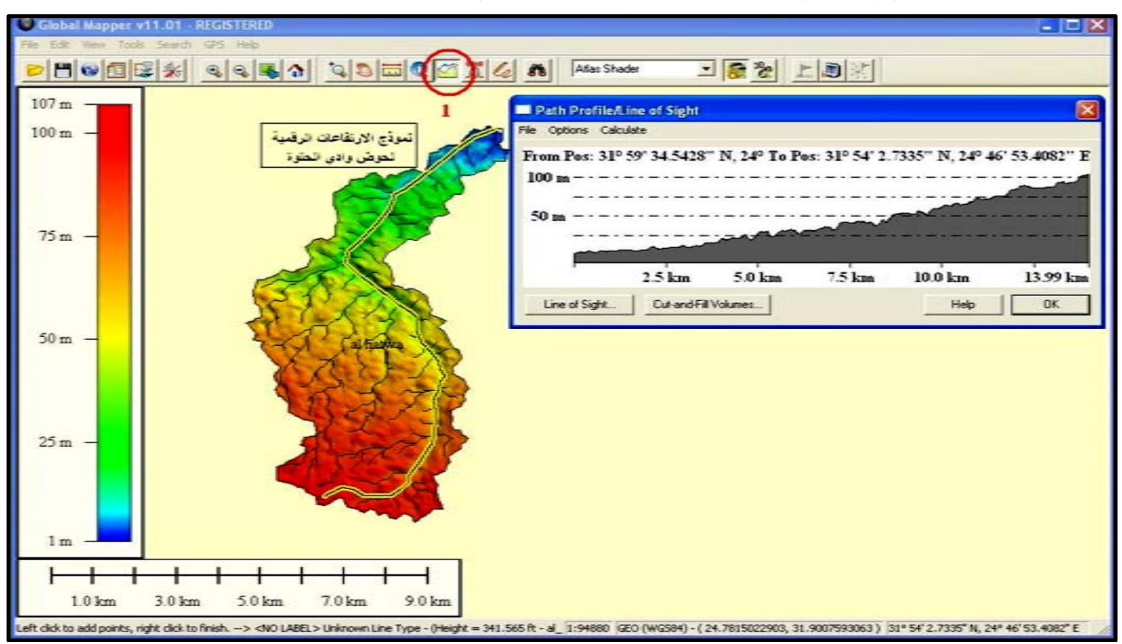


6 ـ 3 ـ برنامج Global Mapper.11.01:

يعد من البرامج التي تتيح التعامل مع المرئيات الفضائية والصــور الجويــة والخــرائط، إضافة إلى التعامل مع البيانات المساحية والخطية، ويتميز البرنامج بقدرة عالية علــى بنــاء الأشكال الأرضية المجسمة من نموذج الارتفاعات الرقميــة DEM ، Bixel m30×30m وإخراج الأشكال ثلاثية الأبعاد، وفي رسم القطاعات واستخراج الخطوط الكنتورية، وفي إنتاج قاعدة بيانات وتصدير الطبقات بعدة امتدادات إلى برامج نظم المعلومات الجغرافية.

وتم استخدامه في رسم القطاعات الطولية للأودية وقطاعــات المنخفضــات (شــكل م ــ 7)، ودراسة وتحليل زوايا الانحدار مع إيضاح المسافات الأرضية والارتفاعات الرأسية.


شكل (م ــ 7) إنشاء القطاعات الانحدارية في برنامج Global Mapper



6 ـ 4 ـ برنامج Google Earth:

هو عبارة عن برنامج خرائطي يعمل على أجهزة الكمبيوتر، يقوم بعرض نموذج للكــرة الأرضية مع تغطية شاملة لها بالصور الفضائية والتصوير الجوي ونظم المعلومات الجغرافية الثلاثية الأبعاد وبدقة عالية جداً، وكان يطلق علية في السابق Earth Viewer 3D من إنتاج شركة كي هول Keyhole، وفي عام 2004 قام شركة Google بشــراء الشــركة الســابقة وقامت بعدة تعديلات وإضافات على البرنامج، وتم إعادة نشرة في عام 2005 باسم Google Earth، وتم استخدامه فــي التعــرف علــى الظــاهرات الطبيعيــة والبشــرية والأشــكال الجيومورفولوجية الدقيقة، مثل المصاطب والمراوح الفيضية الصغيرة التي تنتشر على أرضية المنخفضات، والتي لاتظهر بوضوح على المرئيات الفضائية السابقة، كما تم اســتخدامه فــي تحديد أماكن الدراسة الحقلية، كما يتميز البرنامج بقدرة على حفظ الصــور والتعامــل معهــا بإحداثياتها في برنامج Arc Gis وذلك عن طريق حفظها في برنــامج Google Satellite Maps الذي يمكن تحميله من شبكة الانترنت بروابط مباشرة.

6 ـ 5 ـ البرامج الإحصائية:

- تم استخدام برنــامج SPSS.18 لتحليــل ورســم العلاقــات الإرتباطيــه للخصــائص المورفومتري لشبكات تصريف الأودية.
- تم استخدام برنامج Excel 2007 لحساب العديد من المعاملات المورفومترية والتحليلات الإحصائية للأحواض وشبكات التصريف المائي، وفي إنشاء ورســم الأشــكال البيانيــة الخاصة بمتوسطات درجات الحرارة والأمطار والرطوبة النسبة والرياح، والتوزيعــات التكرارية لزوايا وأطوال المنحدرات، ومعدلات التقوس لقطاعات المنحدرات.

7 ـ مراحل إعداد الدراسة:

إن الدراسة مرت بعدة مراحل يمكن إيجازها في **الآتي:**

7 ـ 1 ـ مرحلة جمع البيانات:

بعد تحديد منطقة الدراسة واختيار الموضوع، تم جمع البيانات التي تتعلق بمنطقة الدراســة سواء كانت دراسات تفصيلية عن المنطقة أو دراسات إقليمية أو دراســات جيومورفولوجيــة عامة ومتشابهه خارج وداخل ليبيا، وجمع الخرائط والمرئيات الفضــائية الخاصــة بمنطقــة الدراسة، وتم ذلك من خلال زيارة المكتبات العامة والمؤسسات الحكومية والأتصــال علــى مواقع الانترنت بهدف الحصول معلومات وبيانات منشورة وغير منشــورة تتعلــق بمنطقــة الدراسة والدراسات العامة، وتتمثل مصادر البيانات التي تم الحصول عليها في **الآتي:**

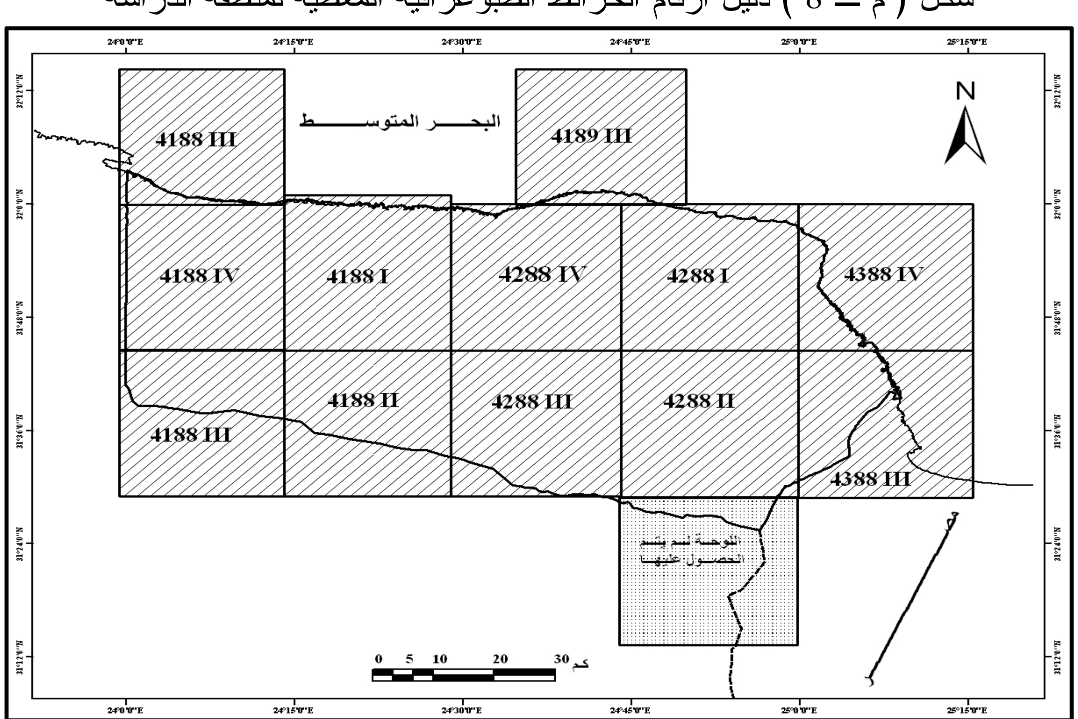
• **الخرائط الجيولوجية:**

تم الحصول على الخريطة الجيولوجية " لوحة البردية 1977" مقياس 1:250.000 التي قام بإعدادها مركز البحوث الصناعية طرابلس ـ ليبيا، بالتعاقد مع الهيئة المصرية العامة للتصنيع وقام بتنفيذها الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية، تحت إشراف فريق من الجيولوجيين برئاسة الدكتور(محمد البهي عيسوي ، وأحمد سويدان وماهر حنا، وتاج الدفتار، وعلى مظهر، وآخرون،..)، وقد غطت جميع حدود منطقة الدراسة، وتم الاعتماد عليها في دراسة جيولوجية المنطقة، والتي قسمت إلى تكوينات الزمن الثالث، تضم تكوين الخويمات وتكوين الفائدية وتكوين الجغبوب، كما تضم تكوينات الزمن الرابع وتضم تكوين اجدابيا " الكالكارنيت " ورواسب السبخات والرواسب المائية والهوائية، إلى جانب توضيح خطوط البنية مثل الصدوع والفوالق ومجاري الأودية والمعالم العامة مثل الطرق والمناطق السكنية.

• **الخرائط الطبوغرافية:**

تم الاعتماد على عدد من الخرائط الطبوغرافية مقياس 1:50.000 التي أعدتها مصلحة المساحة العامة بليبيا (1964 ــ 1977) والتي أعدت من قبل سلاح المهندسين بالجيش الأمريكي 1964، وجددت بواسطة شركة باسفيك ايروسيرفى 1977، وتضم العديد من المعلومات العامة عن الأودية والمناطق الزراعية والمنخفضات والطرق المعبدة والترابية وآبار المياه وتم الاستفادة من اللوحات الموضحة بالشكل (م ــ 8).

شكل (م ــ 8) دليل أرقام الخرائط الطبوغرافية المغطية لمنطقة الدراسة



- **خرائط التربة والنبات الطبيعي:**

تم الاستفادة من الخرائط التي أعدت من قبل معهد الثروة المائية بلغراد يوغسلافيا 1974، التي كانت مرفقة مع دراسة البحوث والدراسات عن 25 وادي في منطقة طبرق الساحلية مقياس 1:25,000.

- **المرئيات الفضائية:** تم الحصول على المرئيات الفضائية TM – ETM – SRTM من شبكة الانترنت وتنزيلها Download عبر الروابط **التالية:**

ـ المرئيات الفضائية:

- http://glcfapp.glcf.umd.edu:8080/esdi/index.jsp.
- http://glovis.usgs.gov/.

ـ نموذج الارتفاعات الرقمية:

- http://free-gis-data.blogspot.com/2009/04/aster-global-digital-elevation-model.html.

- **البيانات المناخية:**

تم الاعتماد على البيانات المناخية التي تم الحصول عليها من المركز الوطني للأرصاد الجوي، وتضم بيانات المناخ لمحطتي أرصاد طبرق والجغبوب، للفترة من 1985 ــ 2007، وهي بيانات (غير منشورة).

7 ـ 2 ـ مرحلة التحضير للكتابة:

بعد جمع المعلومات من الدراسات والأبحاث العلمية الجيومورفولوجية والجغرافيا، وتصحيح الخرائط على برنامج **ERDAS IMAGINE**، وتنزيل الصور الفضائية من شبكة الانترنت، ورسم الخرائط الجيولوجية والمورفولوجية وشبكات تصريف الأودية الخاصة بمنطقة الدراسة، وإنشاء قاعدة بيانات للمعلومات التي تم رسمها في برنامج Arc Gis، تم التحضير للدراسة الميدانية، وذلك بتحديد أماكن الدراسة من الخرائط الطبوغرافية، والمرئيات الفضائية، والصور الفضائية من برنامج Google Earth، وتم إعداد استمارة للدراسة الميدانية احتوت على 6 صفحات اعتمادا على الاستمارة التي أعدها (محمود محمد عاشور 1979، ملحق 1، 1995، ص12)، وتم استخدام بعض الأجهزة والأدوات للدراسة تتمثل في جهاز (Abney - Level) لقياس زوايا الانحدار، بوصلة جيولوجية من نوع Selva لقياس ميل الطبقات الصخرية وتحديد اتجاهات الشقوق والفواصل، جهاز تحديد المواقع (GPS)، مطرقة جيولوجية، شريط قياس بطول 50 متر، كاميرا تصوير رقمية زوم.

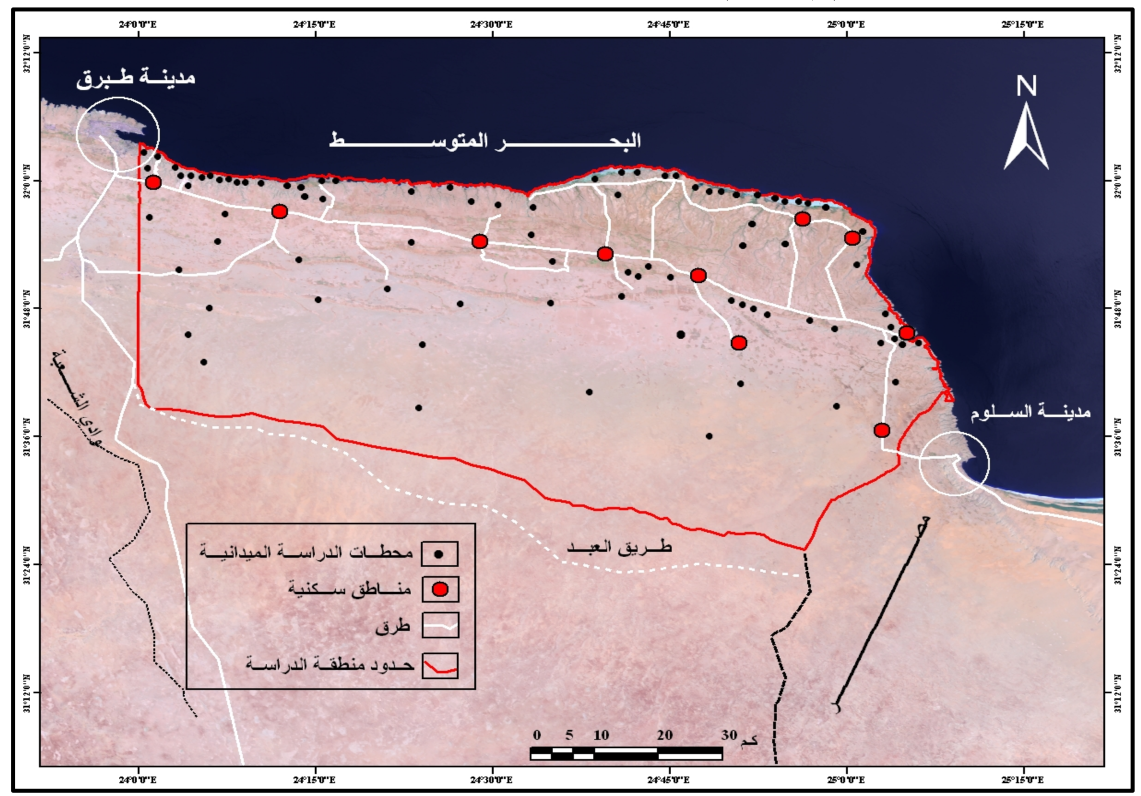
7 ـ 3 ـ مرحلة الدراسة الميدانية:

تعد الدراسة الميدانية من أهم مصادر البيانات التي تعتمد عليها الدراسات الجيومورفولوجية، حيث لايمكن الاستغناء عنها في الدراسات التفصيلية لعدد من الظواهر

والأشكال الجيومورفولوجية، ونظرا لقرب المنطقة من سكن الطالب وتوفر شبكة من الطرق المعبدة والترابية التي تسهل الوصول إلى المحطات المختارة في الدراسة الميدانية (شكل م ـــ 9)، فقد تمت الدراسة الميدانية على خمس مراحل بعد الزيارة الاستطلاعية الاولي لبعض المواقع، واستغرقت الزيارة الأولي 10 أيام من 20 ـــ 29 /11 / 2009، والثانية استغرقت 9 أيام من 1 ـــ 9 /12 / 2010، والثالثة 5 أيام من 20 ـــ 24 /1 /2010، والرابعة 4 أيام من 14 ـــ 17 / 12 / 2011 ، والخامسة 3 أيام من 11 ـ 13 /1 /1012، وقد تم خلال هذه الزيارات الميدانية **مايلي:**

- دراسة بعض الظاهرات الساحلية مثل الشواطئ والسبخات والنباك الساحلية والكثبان الرملية والجروف البحرية والكهوف والمسلات البحرية والرؤوس البحرية، وأخذ بعض القياسات المورفومترية لها.
- دراسة رواسب بطون الأودية، وقياس أبعاد قطاعات المصاطب الرسوبية والمراوح الفيضية، وبعض الأشكال الناتجة عن التجوية الكيميائية والميكانيكية، وقياس أبعاد الكتل الصخرية المتساقطة والمعرضة للسقوط، وقياس اتجاه وميل وعمق الشقوق والفواصل وكثافتها داخل الكتل الصخرية.
- قياس عدد أربعة قطاعات للمنحدرات، بلغ طول الأول 20 كم بمنطقة باب الزيتون والثاني بطول 25 كم بمنطقة زاوية أم ركية، والثالث على جوانب الأودية وتم قياس 10 قطاعات بطول 4071 متر، والرابع على الحافات الصدعية وتم قياس 20 قطاعا بطول 6692 متر، وتم قياس درجة انحدارهما والغطاء النباتي وأشكال حركة المواد والعوامل المؤثرة عليهما.
- دراسة بعض الأشكال الناتجة عن النحت والترسيب الريحي، المتمثلة في الفرشات والتموجات الرملية، والحمادات الحصوية، والنباك الداخلية وقياس سمك الرواسب.
- جمعت عينات للرواسب الفيضية وعينات الكثبان الرملية والفرشات الرملية والشواطئ الرملية والحصوية وتربة السبخات الساحلية.
- تسجيل بعض الملاحظات عن الغطاء النباتي، وتحديد نوعية وكثافة وأخذ بعض القياسات المورفومترية لبعض النباتات.
- تغطية جميع المحطات الميدانية المختارة بمجموعة كبيرة من الصور الفوتوغرافية، لتوضيح بعض الأشكال الجيومورفولوجية الدقيقة التي لاتظهر على الخرائط والصور الفضائية، مثل الأشكال الناتجة عن التجوية.

شكل (م ــ 9) أماكن ومحطـــات الدراســـة الميدانيـــة



7 ــ 4 ــ مرحلة التحليل ورسم الخرائط والأشكال البيانية:

تم تحليل البيانات التي تم الحصول عليها من الدراسة الميدانية، وذلك عن طريق **الآتي:**

- تحويل العديد من البيانات التي تم جمعها خلال الدراسة الحقلية إلى بيانات رقمية وإخراج نتائجها على شكل جداول وأشكال بيانية، إضافة إلى رسم قطاعات المنحـــدرات وتحليـــل زوايا الانحدار وتحليل معدلات التقوس، وجمع وتحليل أبعاد بعض الرواسب مثل تحليـــل الطول والعرض والسمك والاستدارة.
- تحليل المرئيات الفضائية، وإنشاء قاعدة بيانات Geodatabase ورسم الخرائط.

7 ــ 5 ــ مرحلة كتابة المتن:

تعتبر كتابة الرسالة هي المرحلة النهائية لأي دراسة، ويتم ذلك بتجميـــع المـــادة العلميـــة التي تم الحصول عليها من مختلفة المصادر وتنظيم المعلومات والنتائج التي تم التوصل إليها، والخرائط والأشكال البيانية التي تم رسمها، وإخراجها على شكل فصـــول، تســـبقهما مقدمـــة وخاتمة في نهاية الدراسة، إضافة إلى الملحق وقائمة المصادر العربية والأجنبية، وقد تناولت المقدمة تحديد منطقة الدراسة، وأسباب اختيار الموضوع، وأهـــداف الدراســـة، والدراســـات السابقة، والتقنيات المستخدمة في الدراسة، ومراحل إعداد الدراســـة، وفيمـــا يلـــي عـــرض لعناصر **الفصول:**

- تناول الفصل الأول الخصائص الجغرافية لمنطقة الدراسة، وتم فيه عرض الخريطة المورفولوجية والخصائص الجيولوجية العامة، والتي تضمنت التتابع الطبقي والتكوينات الجيولوجية والتراكيب الجيولوجية، إضافة إلى الخصائص المناخية والموارد المائية والتربة والنبات الطبيعي والسكان والأنشطة الاقتصادية.
- درس الفصل الثاني الظاهرات الجيومورفولوجية الساحلية، وتم فيه عرض الخصائص العامة لخط الساحل والعوامل المؤثرة في تشكيل خط الساحل، والأشكال الناتجة عن النحت البحري، والأشكال الناتجة عن الإرساب البحري، إضافة إلى الظاهرات الناتجة عن التغير في مستوي سطح البحر.
- تناول الفصل الثالث أحواض وشبكات التصريف بمنطقة الدراسة، وتم فيه عرض الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف، وخصائص شبكات التصريف، وأنماط التصريف لشبكات الأودية، والعلاقات الارتباطية بين خصائص أحواض التصريف وشبكاتها، والقطاعات الطولية والعرضية للأودية.
- وفي الفصل الرابع تناولنا الأشكال الناتجة عن التجوية وحركة المواد على المنحدرات، وتم فيه عرض الأشكال الناتجة عن التجوية الكيميائية والميكانيكية، وأنماط حركة المواد على المنحدرات، وخصائص المنحدرات.
- وفي الفصل الخامس تم دراسة الأشكال الناتجة عن النحت والترسيب المائي والريحي، وتم فيه عرض الأشكال الناتجة عن النحت والترسيب المائي، والأشكال الناتجة عن النحت والترسيب الريحي، والمنخفضات.

وتنتهي الدراسة بخاتمة توضح أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة مع بعض التوصيات والملاحق وقائمة المصادر والمراجع العربية والاجنبية، كما اضيف ملخصين كتب بالغة العربية والاجنبية.

الفصـــــــل الأول

الخصـــائص الجغرافية بمنطقـــة الدراســـة

مقـــدمة

أولا : الخريطة المورفولوجية

ثانيا : الخصـــائص الجيولوجية العامة

ثالثا : الخصـــائص المناخية

رابعا : المـــوارد المائية

خامسا : التـــربة

سادسا : النبات الطبيعي

سـابعا : السكان والأنشطة الاقتصادية

الفصـــل الأول

الخصائص الجغرافية لمنطقة الدراسة

مقــدمة:

تعطى دراسة الخصائص المورفولوجية والجيولوجية والمناخية لأي منطقة صـــورة عـــن طبيعة تكوين أشكال سطح الأرض، والسمات التي تتميز بها، وتعد أشكال سطح الأرض هـــي نتيجة التفاعل بين العمليات الباطنية والخارجية المرتبطة بالمناخ وعمليات التجوية والتعريـــة وحركات النقل والإرساب، وفيما يلي عرض لهذه **الخصائص:**

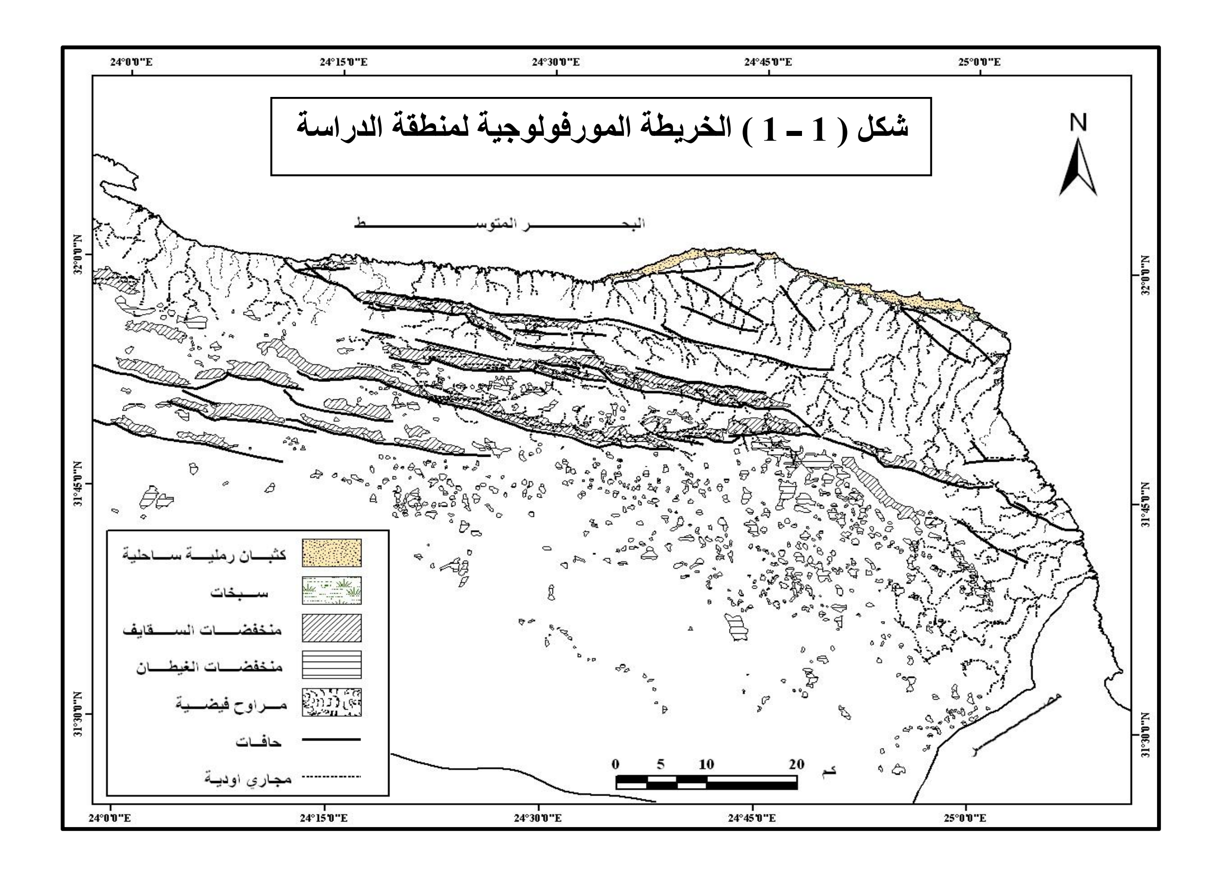
أولا : الخريطة المورفولوجية لمنطقة الدراسة:

تهدف دراسة الخريطة المورفولوجية لمنطقة الدراسة إلى إعطاء صورة شاملة للتعـــرف على أشكال السطح المنتشرة عليها والظاهرات المرتبطة بها، من خـــلال وصـــف توزيعهـــا الجغرافي للأشكال المورفولوجية والتي أهمها الحافات وشبكات تصريف الأودية والمنخفضات والسهل الساحلي وما يظهر على من أشكال مثل السبخات والكثبان الرملية والمراوح الفيضية، (شكل 1 ــ 1) وسوف يتم دراسة هذه الأشكال على النحو **التالي:**

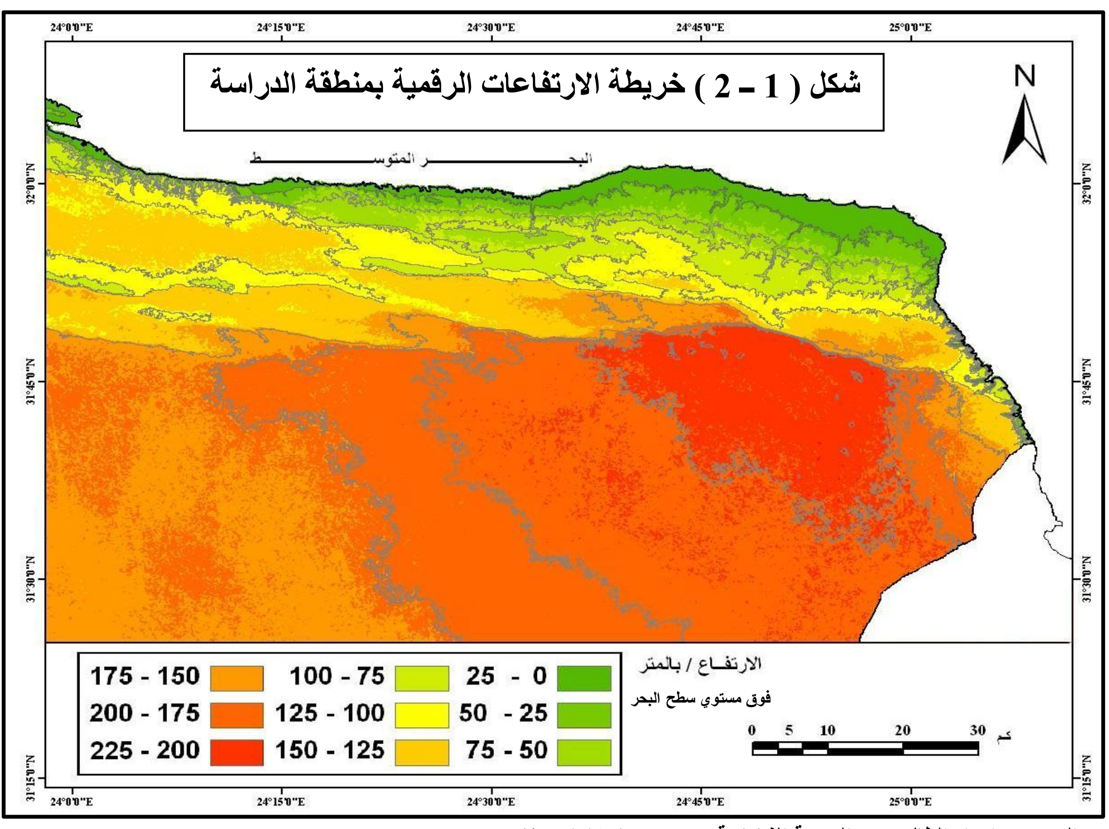
1 ـ الحـــافات:

تعتبر الحافات من أبرز الملامح المورفولوجية التي تميز منطقة الدراســـة، وعلـــى مـــدى الامتداد الطولي للهضبة الذي يبدأ من شرق مدينة طبرق حتى الحـــدود بـــين مصـــر وليبيـــا، يمكن تمييز أربع حافات رئيسة، وإن كان القسم الشمالي من منطقة الدراسة هو الأكثر تـــأثرا بالحافات، وهي تتسم باستقامتها وموازاتها مع خط الساحل، وتأخذ اتجاهات مـــابين الشـــرق والغرب، إلى الشمال الغربي، وأعلى مستويات سجلتها الحافات 223 متر فوق مستوي سطح البحر عند حافات منطقة قصر الجدي (شكل 1 ــ 2)، عند حجاج* سقيفة المجبد بمنطقة قصر الجدي (شكل 1 ــ 3)، ثم تتدرج الحافات في الارتفاع حيث سجلت200 متر عند أبيار راقي، و170 مترا على حافات بئر الأشهب عند سيدي عمران، و160 مترا عنـــد حافـــات ســـقيفة القصيبات، و150 مترا عند حافات سيدي رزق، و140 مترا بمنطقة كمبوت عند حجاج سقيفة الخنق وحافات سقيفة العدم والقعرة، و100 متر عند أبيار ســـقيفة محضـــية شـــمال منطقـــة كمبوت، ويبدأ التغير في الانحدار ويصل إلى مستوى ســـطح البحـــر، بمنطقـــة رأس عـــزاز وزاوية أم راكبة ومنطقة مرسى لك وجنزور، حيث تبتعد حافات الهضبة إلى أكثر من 12كم

(*) يطلق سكان المنطقة على الحافات اسم حجاج، ويقصد به جميع المناطق المرتفعة التي تحيط بالمنخفضات.



شكل (1 ـ 1) الخريطة المورفولوجية لمنطقة الدراسة



شكل (1 ـ 2) خريطة الارتفاعات الرقمية بمنطقة الدراسة

المصدر : إعداد الطالب، من المرئية الفضائية DEM باستخدام برنامج Arc GIS 9.3 .

عن ساحل البحر، كما تطل الحافات بشكل مباشر على سطح البحر، كلما اتجهنا إلى الغرب من منطقة الدراسة كما في منطقة العقلية إلى مصب وادي أم الشاوش، ولاتترك فرصا لتكوين السهل الساحلي، حيث سجلت ارتفاعات 123 مترا في بئر النقور و120 مترا عند سيدي بالقاسم بمنطقة باب الزيتون.

وتشرف الحافات بشكل جروف بحرية متفاوتة في الارتفاع مابين 30 ـ 90 مترا فوق مستوى سطح البحر (شكل 1 ـ 4)، ويقطع الحافات مجموعة من الأودية شديدة الانحدار، أثرت على شكل الحافات وشكل منحدراتها حيث تبدو واجهاتها ومظهرها العام على هيئة واجهات مستطيلة الشكل، وينتشر على واجهات الحافات العديد من الفجوات مختلفة الأبعاد (شكل 1 ـ 5)، وتتعدد ظاهرات الانزلاقات الصخرية والسقوط والزحف الصخري على طول امتداد حافات المنحدرات وحافات جوانب مجاري الأودية، وإن كانت تكثر في الجزء الشمالي الغربي والشمالي الشرقي من منطقة الدراسة في الحافات الواقعة في منطقة باب الزيتون والبردية، كما يغلب على قطاعات انحدار الحافات الانحدارات المستقيمة، وتسيطر العناصر المحدبة المقعرة على أشكال المنحدرات (شكل 1 ـ 6)، وتتناقص درجات الانحدار على طول قطاعات الحافات من أعلى إلى أسفل إلا أن درجة الانحدار لم تتجاوز 45 درجة.

شكل (1 ـ 3) حافات منطقة قصر الجدي



شكل (1 ـ 4) جروف بحرية بمنطقة باب الزيتون



شكل (1 ــ 5) حفرة تافوني على حافات وادي الجرفان بمنطقة البردية



شكل (1 ــ 6) تتابعات من الانحدارات المحدبة المقعرة على حافات منطقة باب الزيتون



2 ــ شبكات تصريف الأودية:

تعد شبكات تصريف الأودية من المظاهر المميزة لمنطقة الدراسة إذ أنها تشكل أكثر الأشكال المورفولوجية انتشارا بمنطقة الدراسة، وهي تمثل أهم الأشكال المرتبطة بالحافات والمؤثرة في تشكيلها، فعلى طول امتداد الحافات نجد أن مجاري شبكات تصريف الأودية قد نجحت في شق مجاريها في تلك الحافات.

ورغم كثرة شبكات تصريف الأودية، إلا أن هناك مجموعة كبيرة من الأودية صغيرة المساحة، ظهرت كأحواض ذات مجاري سيلية ضحلة القاع من الرتبة الأولى، ووحيدة المجرى ولا يتعدى طولها في الغالب 200 متر، وتمتد أغلب المجاري الرئيسية للأودية من

الجنوب إلى الشمال، والبعض الآخر يمتد من الغرب إلى الشرق، بشكل متوازي لتصب في البحر(شكل 1 ــ 7)، وتتكون مجاري شبكات تصريف الأودية لمنطقة الدراسة من عدد من المجاري المائية بلغ مجموعها 13401 مجرى، وصلت إلى الرتبة السادسة التي يمثلها 6 أحواض، وتتفاوت مساحة أحواض الأودية بمنطقة الدراسة، حيث سجل حوض وادي السهل الشرقي أكبر مساحة تبلغ حوالي 528.8كم^2 وأصغرها حوض وادي شقطيف 1.30كم^2، كما يقل انحدار مجاري الأودية على الرغم من شكل قطاعاتها شديدة الانحدار، حيث يقل الانحدار بمناطق المنابع العليا وفي مناطق بعض المصبات، كما تكون مصبات الأودية مجموعة من الخلجان والفجوات، كما في أودية أم الشاوش والزيتون وبوخطيطة والجرفان وزرق وبوالعفاريت ، وسوف يتم دراسة الخصائص المورفومترية لشبكات تصريف الأودية في الفصل الثالث.

شكل (1 ــ 7) امتداد الأودية بشكل متوازي لتصب في البحر المتوسط



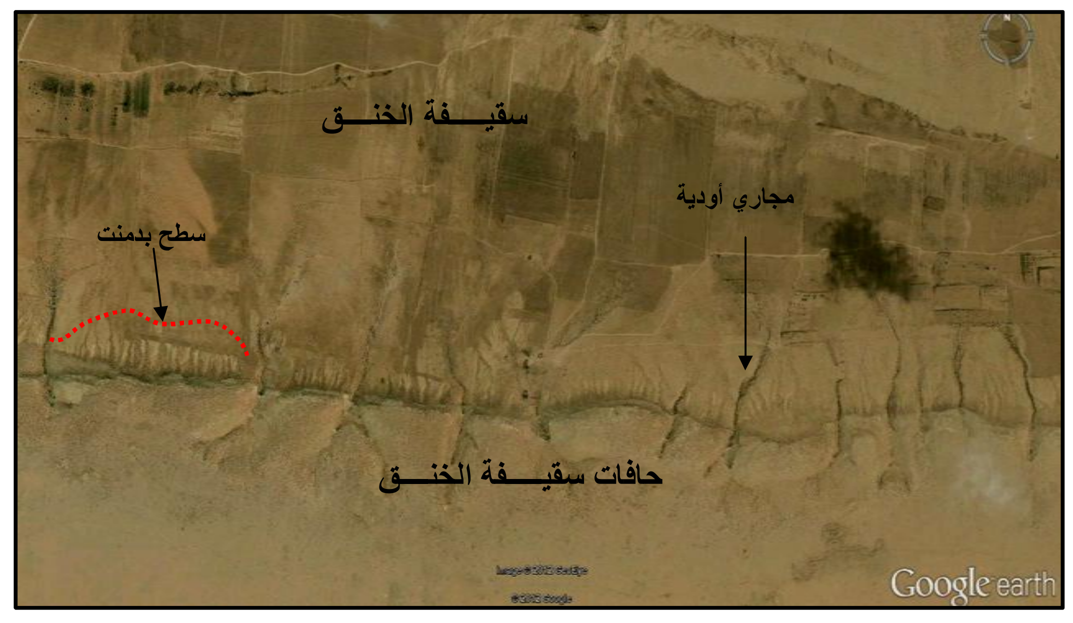
3 ــ المنخفضات :

يظهر من خلال الخريطة المورفولوجية أن المنخفضات تنتشر بشكل كبير على سطح الهضبة، وهي تشمل جميع المناطق والمساحات منخفضة المنسوب، وتنقسم المنخفضات في المنطقة إلى قسمين : منخفضات الغيطان والحلق، ومنخفضات السقايف ومفردها سقيفة ويقصد بها جميع المناطق المنخفضة عن السطح، والتي تجاورها أراضي مرتفعة، مثل سقيفة الزعفران وسقيفة الريفي وسقيفة العدم، وسقيفة الفرين، وسقيفة الغرابات، وينتشر عند أقدام منحدرات هذه المنخفضات "السقايف" مجموعة كبيرة من الآبار الرومانية والعربية، وتتخذ أغلب المنخفضات "السقايف" الشكل الطولي من الشرق إلى الغرب وإلى الشمال الغربي وتمتد

مع امتداد الحافات، وتتميز المنخفضات بقاع شبه مستوي، لا يتعدى في الغالب 3 درجات في الانحدار، ومعدلات تقوس لا تتعدى 5م / كم^2، وتبلغ مساحات المنخفضات بمنطقة الدراسة حوالي 470.7 كم^2، ومتوسط عرضها 1.3 كم، أكبرها مساحة منخفض (سقيفة) الهناد بمساحة تبلغ 30.2 كم^2.

كما تنحدر نحو المنخفضات مجموعة كبيرة من الأودية التي تقطع الحافات التي تحيط بالمنخفضات، وتتميز تلك المجاري المائية بالقصر والضحالة ولا تتعدى في الغالب الرتبة الثالثة، وأغلبها سيلية ذات المجرى الواحد، (شكل 1 ــ 8).

شكل (1 ــ 8) مجموعة كبيرة من الأودية
بحافات سقيفة الخنق جنوب غرب منطقة كمبوت



4 ــ المنطقة الساحلية :

يمتد السهل الساحلي بمنطقة الدراسة موازيا للبحر المتوسط ويظهر على هيئة شريط متصل في بعض المواقع، ويختلف اتساعه من منطقة إلى أخرى، حيث يتسع في المنطقة الممتدة من مصب وادي السهل الشرقي شمال منطقة كمبوت حتى مصب وادي الملاحة جنوب شرق منطقة رأس عزاز، ويضيق ويختفي في المناطق التي تقترب فيها حافات الهضبة من ساحل البحر، ولا تترك بينها وبين البحر سوى منطقة سهلية ضيقة جدا، وتشرف أحيانا الحافات بشكل مباشر على ساحل البحر بجروف بحرية شديدة الانحدار تتراوح درجة انحدارها مابين 20° ــ 90° درجة، كما هو الحال في المنطقة الممتدة غرب وادي السهل الشرقي حتى مصب وادي أم الشاوش، وفي المنطقة الممتدة من شرق وادي الملاحة حتى بئر الرملة في الشرق

عند الحدود بين ليبيا ومصر، وتتميز المنطقة الساحلية بأنها شبه مستوية قليلة الانحدار في معظم أجزائها، حيث لا تتجاوز درجة انحدارها في الغالب 5 ° درجات، كما تغطي الكثبان الرملية الطولية منطقة الساحل والتي تأخذ محاور مابين الشمال والجنوب، وبين الجنوب الشرقي – إلى الشمال الغربي، وتنتشر النباك التي يمثل أغلبها نبات الطرفا والديس أعلى الكثبان الرملية، وعلى أطرافها، وتغطي السبخات أجزاء من المنطقة الساحلية مثل سبخة رأس عزاز ووادي العين والحتوة وسبخة العقلية وأغلبها يمتد خلف الكثبان الرملية، ويخترق المنطقة الساحلية أغلب الأودية التي تصب في البحر المتوسط، ويتميز خط الساحل بكثرة التعاريج التي يتوغل فيها البحر عند مصبات الأودية، وفي مناطق الحافات، حيث تكون مجموعة من الخلجان والفجوات والرؤوس البحرية الذي يعتبر خليج البردية أكبرها، وتنتشر الشواطئ الرملية والحصوية عند أغلب مصبات هذه الأودية.

ثانيا : الخصائص الجيولوجية العامة لمنطقة الدراسة:

تعد الدراسة الجيولوجية للمنطقة من أهم الركائز التي تعتمد عليها الدراسة الجيومورفولوجية، إذ تعتبر جميع الظاهرات الجيومورفولوجية هي ناتج التفاعل بين عمليات التحات من ناحية والتراكيب الصخرية من ناحية أخري، وقد اعتمدت دراستنا للوضع الجيولوجي بمنطقة الدراسة على الدراسات الجيولوجية السابقة، علاوة على الملاحظات الميدانية، وبناء على ذلك سنتناول دراسة الموضوعات **التالية:**

- التتابع الطبقي.
- التكوينات الجيولوجية.
- التراكيب الجيولوجية.

1 – التتابع الطبقي:

تنتمي أقدم التكوينات الجيولوجية التي تظهر في منطقة الدراسة إلى الزمن الثالث، من الكريتاوي العلوي إلى الميوسين وهي متجانسة التراكيب مكونة من الصخور الكربونية، ويبلغ السمك الكلي الظاهر حوالي 100 م تقريبا، وهي صخور جيرية تظهر بها الطبقات بوضوح غنية بالحفريات تتداخل معها طبقات طينية ورملية، وتتداخل معها صخور الكالكارنيت الجيرية، أما اللون السائد فهو أبيض مائل إلى الاصفرار، ويتميز النصف الأعلى منها بوجود طبقات من الصخور الجيرية البلورية التي تظهر بوضوح في المقاطع الجانبية لمنحدرات الأودية (مركز البحوث الصناعية،1977)، ومن خلال الجدول (1–1)، نلاحظ أن التوزيع الجغرافي يتباين بشكل واضح، فنجد تكوينات الكريتاوي والاوليجوسين، ينحصر في نطاقات

جدول (1ــ1) التتابع الطبقي لمنطقة الدراسة

التكوين	وصف التركيب الصخري للتكوين	السمك (م)	التتابع الطبقي للصخور	دليل الرموز	العمر	الرمز	المساحة كم²	%
تكوينات الزمن الرابع	وتشمل جميع الرواسب الحديثة متمثلة في الطمي ورواسب السبخات ورمال الشاطئ ورواسب الأودية			الزمـــن الــرابع		Qa Qb Qs Qd	2886.8	48.0
	تكوين اجدابيا متماسك على شكل صخور كالكارنيت	2 – 9 متر		صخور الكالكارنيت		QA	17.6	0.29
تكوين الجغبوب	حجر جيري طباشيري غني بالحفريات هش يحتوي على مارل جبسي مع قليل من الطفل مع وجود بعض من الكوارتز في طبقاتها ويتراوح لونه ما بين الأبيض اللون المائل للاصفرار مع وجود اللون الأحمر في بعض الأجزاء لوجود أكسيد الحديد الذي يملا بعض الفراغات، ويمثل هذا التكوين نمطا واحدا في البيئة الرسوبية البحرية	حوالي 130 متر		حجر جيري غير نقي حجر جيري مارلي طين وطفل حجر جيري رملي	ميوسين: الأوسط / سفلي	TMJ	3090	51.3
تكوين الفائدية	حجر جيري به حفريات الي حجر جيري طباشيري مع وجود طبقات من المارل مع تداخلات من الكالكارنيت يتراوح لونه ما بين الأبيض المائل للاصفرار مع وجود طبقات كلسية لونها احمر و حبيباتها متوسطة إلي خشنة	حوالي 82 متر		طين وطفل حجر جيري مارلي حجر جيري رملي	ميوسين سفلي / الأوليجوسين علوي	TOMF	16.7	0.27
تكوين الخويمات	حجر جيري دولوميتي إلي حجر جيري مارلي وطفلي مع بعض عروق سيليسيه في بعض أجزاء رمادي مائل إلي الاصفرار باهات مجهري التبلور إلي خشنة غني الحفريات	5 – 25 متر		حجر جيري مارلي حجر جيري دولوميتي	الأوليجوسين - الكريتاوي ؟	kUTEOKL	1.9	0.03

*المصدر : إعداد الطالب اعتمادا على مركز البحوث الصناعية، خريطة ليبيا الجيولوجية ، لوحة البردية، 1977

محدودة من الشريط الساحلي لمنطقة الدراسة وفي مواضع صغيرة جدا، متمثلة في تكوين الخويمات العضو السفلي وتكوين الفائدية، بينما تنتشر تكوينات الميوسين في جميع أنحاء منطقة الدراسة، متمثلة في تكوين الجغبوب (خليفة أحمد الشحومي،2003، ص 39)، وتتكشف على سطح منطقة الدراسة صخور ذات خصائص متباينة، حيث تشكل الصخور الجيرية حوالي 90%، وقد ترسبت هذه الصخور على الحواف الجنوبية لبحر تشس، ويرجع عمرها إلى الزمن الثالث، وتغطي رواسب الزمن الرابع مساحات شاسعة من منطقة الدراسة (شكل 1 ــ 9 و 1 ــ 10).

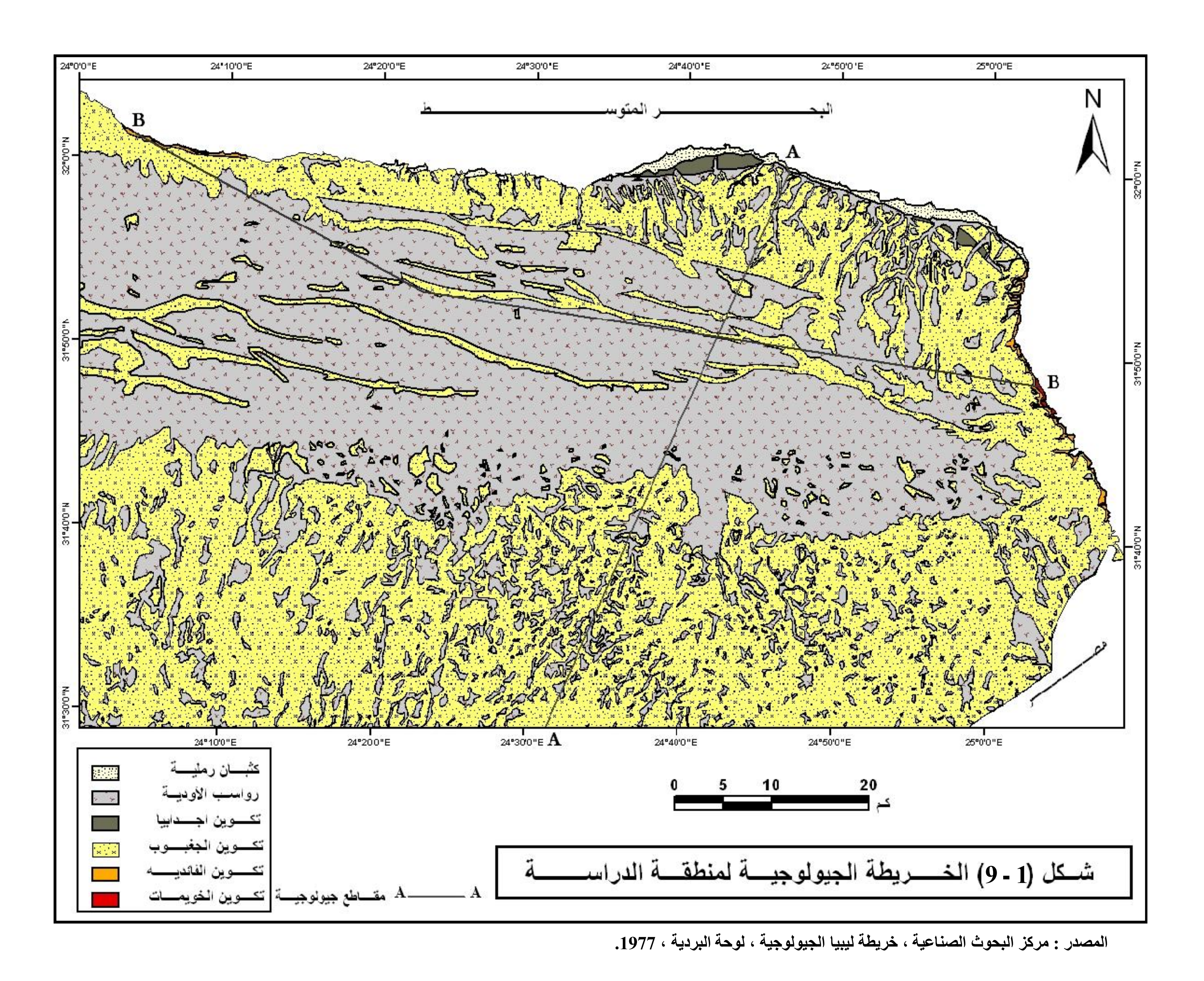
وفيما يلي وصف للتكوينات الجيولوجية التي تتكشف في منطقة الدراسة وذلك من أسفل إلى أعلى .

الزمن الثالث:

- تكوين الخويمات / ايوسين أعلي ــ أوليجوسين سفلي .
- تكوين الفائدية / أوليجوسين علوي ــ ميوسين سفلي.
- تكوين الجغبوب / ميوسين سفلي ــ ميوسين أوسط.

الزمن الرابع:

- تكوين اجدابيا .
- رواسب السبخات .
- الرواسب الهوائية .
- رمال الشاطئ .
- الرواسب المائية .



شكل (1 - 9) الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة

المصدر : مركز البحوث الصناعية ، خريطة ليبيا الجيولوجية ، لوحة البردية ، 1977.

شكل (1ــ 10) قطاعات جيولوجية توضح تتابع سمك التكوينات الجيولوجية

المصدر : مركز البحوث الصناعية ، خريطة ليبيا الجيولوجية ، لوحة البردية ، 1977 .

2 ــ التكوينات الجيولوجية:

تتحكم خصائص الصخور في تشكيل الظاهرات الجيومورفولوجية سواء فـي نشـأتها أو تطورها، ولهذا فلا بد من إبراز الخصائص اللثيولوجية لصخور المنطقة وتوزيعها الجغرافي، ومن دراسة الخريطة الجيولوجية للمنطقة (شـكل 1 ـــ 9)، يتضـح أن أغلـب التكوينـات الجيولوجية التي تظهر على السطح، هي من الصخور الجيرية "حجر جيري مارلي رملي إلى دولوميتي إلى حجر جيري طيني إلى طفلي" وهي متجانسة التركيب تظهـر بهـا الطبقـات بوضوح، غنية بالحفريات، وعلى ذلك فقد قسمت الصخور الجيرية في المنطقة إلى التكوينـات الجيولوجية **التالية:**

2 ــ 1 ــ تكوينات الزمن الثالث:

تغطي تكوينات الزمن الثالث مانسبته 51.6% من مسـاحة منطقـة الدراسـة، وتمثلـت في ثلاث تكوينات جيولوجية (تكوين الخويمات "العضو السفلى" ــ تكوين الفائديـة ــ تكـوين الجغبوب)، من الاوليجوسين إلى الميوسين، ويختلف سمكها من تكوين إلى آخر، كما يختلـف توزيعها على سطح منطقة الدراسة واقتصر ظهور تكوين الخويمات والفائدية علـى منـاطق صغيرة من خط الساحل ولا تغطي إلا مساحات صغيرة جداً تقدر بحوالي 0.3% من مسـاحة المنطقة في حين تمثلت النسبة الباقية في تكوين الجغبوب، وفيما يلي دراسة لتكوينات الـزمن الثالث في منطقة **الدراسة:**

2 ــ1ــ1 ــ تكوين الخويمات (العضو السفلي):

يمثل تكوين الخويمات أقدم الصخور الظاهرة بمنطقة الدراسة، وتغطي صـخوره الجـزء الشمالي من منطقة الدراسة، ويمتد موازيا لساحل البحر المتوسط، ويمتد على هيئـة شـريط

صغير جدا أدني المنحدرات لمسافة حوالي 6.5 كم محصورة مـــابين وادي الراهـــب ووادي رزق غرب منطقة البردية ويغطي مساحة تقدر بحوالي 1.5كم^2 من جملة مســـاحة المنطقـــة، ويمتد أيضا في منطقة باب الزيتون في الجزء الشمال الغربي من منطقة الدراسة ويمتد لمسافة حوالي 2 كم بمساحة تقدر بحـــوالي 0.4 كـــم^2 .Industrial Reserch Centre.1977. P) 23.31)، ولا يظهر من هذا التكوين سوى الجزء العلوي، و يتكون مـــن الحجـــر الجيـــري الدولوميتي الصلب والمتماسك ذي الحبيبات الدقيقة والطفلة مع تداخلات من الرمال في بعض الأجزاء، غني بالحفريات والمحاريات، وتتميز صخور هذا التكوين بلون بني ورمادي مائـــل للاصفرار باهت، وتتراوح حبيباتها من مجهريه التبلور إلى خشنة الحبيبات وتظهر على هيئة طبقات، وتشير الدلائل الحفرية والصخرية لهذا التكوين أنه قد ترســـب فـــي بحـــار عميقـــة ومفتوحة، لوجود الحفريات الدقيقة الطافيـــة (Syamadas Banerjee.1980.pp.30, 32)، ويمتد من الايوسين العلوي إلى الاوليجوسين السفلي ويبلغ سمك هذا التكوين كما هـــو مبـــين بالعمود الجيولوجي حوالي 25 م، ويغطي مساحة تقدر بحوالي 1.9 كم^2 بنسبة 0.03 % مـــن منطقة الدراسة، ويوضح الجدول (1 ــ 2) التتابع الطبقي لتكوين الخويمات.

جدول (1 ــ 2) التابع الطبقي لتكوين الخويمات

وصف التكوينات الصخرية	التتابع الطبقي للصخور	العصر	الرمز	السمك	المساحة	
					كم^2	%
حجر جيري رمادي صلب دولوميتي ذوسامية غني بالحفريات.		من الايوسين العلوي - الاليجوسين السفلي	KUTEOKL	من 5 ــ 25 متر	1.9	0.03
حجر جيري رمادي اللون متوسط الي خشن الحبيبات دولوميتي الي مارلي غني بالحفريات.						
طمي ناعم ورماد مخضر						
حجر جيري رمادي الون اصفر إلى ابيض طيني رملي مارلي						
طمي ناعمة رمادي الي اصفر الي رمادي مخضر.						
حجر جيري رمادي اللون ناعم هش القوام طمي الي رملي الي ماري						
حجر جيري دولومتي.						
حجر جيري صلب يحتوي على حصى كلسي.						
حجر جيري رمادي اللون ابيض بلوري دلوميتي معتدل يحتوي على حفريات.						

المصدر: 1 ــ الخريطة الجيولوجية لوحة البردية الصادرة عن مركز البحوث الصناعية 1977.

2 ــ Explanatory Booklet Al Bardia Sheet .1977 . p. 26.

2 ــ1ــ2 ــ تكوين الفائدية: أوليجوسين علوي ــ ميوسين سفلي

استخدم Pietersz (1968) مصطلح تكوين الفائدية على صـــخور الطـــين الصـــفائحي والصخور الجيرية التي تعلو تكوين شحات بمنطقة الجبل الأخضر، وتظهر هذه الصخور فـــي المدرج العلوي من الجهة الشرقية للجبل الأخضر (خليفة أحمد الشـــحومي 2003، ص 45)،

كما أطلق Berg (1968) على هذه الصخور مصطلح عضو الفائدية معتقدا أنها تمثل العضو الأعلي لتكوين الكوف بمنطقة الجبل الأخضر لعدم تمكنه من التعرف على سطـــح التعريـــة الذي يفصله عن تكوين الأبــــرق، أمـــا Rohlich (1974) وZert (1974) فقــد أطلقــوا مصطلح تكوين الفائدية اعتمادا على أنه يمثل دورة ترسيبية منفصـــلة يمكـــن تمييزهـــا علـــى الوحدات الصخرية التي أسفلها والتي أعلاها، .M .F .Megerisi and V.D.Mamgainn) (1980. P. 62.65 وينتشر هذا التكوين في الطرف السفلي من المنحـــدرات إلـــى الشـــمال والجنوب من منطقة البردية من مصب وادي الملاحة حتى بئر الرملة عند الحدود بـــين ليبيـــا ومصر ويمتد لمسافة حوالي 37 كم موازيا لخط الساحل، ويغطي مساحة 11.7كم^2 من جملـــة مساحة التكوين، كما يمتد أيضا في الطرف الشمالي الغربي من المنطقة عنـــد منطقـــة بـــاب الزيتون لمسافة حوالي 15كم من منطقة العقيلة حتى مصب وادي بوخطيطة ويغطي مســـاحة 4.3 كم^2 من جملة مساحة التكوين، علي هيئة شريط طولي أسفل المنحدرات ويغطي بصـــورة غير متجانسة تكوين الخويمات، ويظهر بشكل طبقات شبة أفقية تقريباً أسفل تكوين الجغبـــوب (Explanatory Booklet Al Bardia Sheet. Mohamed Said Tag EL Deftar etal .1977. p. 31.32)، وتتكون صخور الفائدية من الحجر الجيري الطباشـــيري الغنـــي بالحفريات والمنخريات وشظايا الأصداف، مع سمك معتدل في الصلابة مـــع وجـــود طبقـــة أو اثنين من الطين الجيري والمارل في الجزء السفلي، ويتكون الحجر الجيري الذي يتـــراوح لونه بين الأبيض المائل إلى الاصفرار من حبيبات متوسط وخشـــنة، وتتـــداخل فـــي بعـــض المواضع مع صخور الكالكارنيت أو الحجر الجيري الطحلبي والمرجـــاني، ويعلـــو ســـطحها طبقات كلسيه تحتوي على رخويات بكثـــرة ومحـــار ذات لـــون بنـــي ضـــارب للاحمـــرار (Syamadas Banerjee.1980.p.20)، أما الجزء الأسفل من تكوين الفائدية فهو يتكـــون من حجر جيري مارلي جزئيا أصفر اللون هش القوام يحتوي على مارل وطفل مع تداخلات من الصلصال الأخضر مع وجود طبقات مـــن الكونجلـــوميرات (Rohlich. 1974. p. 8)، ولكن هذه الطبقة لاتوجد في جميع الأماكن، وغالبا ما يبلغ سمكها بضع أمتار فقـــط (محمـــود على المبروك، 2006، ص 37، 38) كما أن أسطح عدم التوافق بين تكوين الفائدية وتكـــوين الخويمات، تدل على أن تكوين الفائدية قد ترسب في أحواض عميقة، واستمر ترســـيب هـــذا التكوين دون انقطاع طول الفترة مابين الاوليجوسين الأعلى إلى الميوســـين الأســـفل، (عابـــد محمد طاهر، 1990، ص 67،75)، ويبلغ السمك الكلي الظاهري لهذا التكوين حوالي 82 م، ويغطي تكوين الفائدية مساحة تقدر 16.7كم^2 من منطقة الدراسة بنسبة 0.27% مـــن منطقـــة الدراسة ويوضح الجدول (1 ــ 3) التتابع الطبقي لتكوين الفائدية.

جـــدول (1 ــ 3) التتابع الطبقي لتكوين الفائدية

وصف التكوينات الصخرية	التتابع الطبقي للصخور	العصر	الرمز	السمك	المساحة كم^2	%
حجر جيري رمادي مخضر هش الي متماسك القوام يحتوي علي صلصال ورمل غني بالحفريات		الإيجوسين العلوي - الميوسين السفلي	TOMF	حوالي 82 متر	16.7	0.27
حجر جيري صلب ابيض الي اصفر اللون مارلي غني بالحفريات						
حجر جيري مارلي أصفرر داكن معتدل الصلابة غني بالحفريات						
طفله ذات لون رمادي الي اصفر مائل الي الاخضرار لين يحتوي علي رمال هش القوام صلصالي						
حجر جيري مارلي معتدل الصلابة طيني غني بالحفريات والرخويات						
حجر جيري ابيض او رمادي صلب يحتوي على تداخلات من المارل في بعض الاجزاء غني الحفريات						
حجر جيري ابيض الي رمادي طباشيري متوسط الحبيبات غني بالحفريات						
حجر جيري اصفر الي بني فاتح دقيق التبلور رملي طفلي في بعض أجزاء يحتوي علي الحفريات						

المصدر: 1 ــ خريطة ليبيا الجيولوجية لوحة البردية 1977.

2 ــ خريطة ليبيا الجيولوجية لوحة درنة 1974 .

3 ــ Explanatory Booklet. Al Bardia Sheet. 1977. P. 32.

2 ــ1ــ3 ــ تكوين الجغبوب : ميوسين سفلي ــ ميوسين أوسط

أول من أطلق مصطلح تكوين الجغبوب هو Desio (1928)، لوصف طبقات متداخلة من الحجر الجيري الرملي والحجر الجيري الطباشيري الغني بالحفريات في واحة الجغبوب والمنطقة المحيطة به، وهذا التكوين حفري لدرجة كبيرة، كما أوصى Burollet (1960) باستخدام مصطلح تكوين الجغبوب بالدراسات المحلية، لوصف الحجر الجيري الرملي والجبسي الغني بالحفريات والمحاريات، كما أكد الجيولوجيون في مجال النفط على وجود امتداد كبير لهذا التكوين عن طريق الدراسات الميدانية التي قاموا بها في ليبيا، وفي مصر وصف Said (1962)، نفس صخور عصر الميوسين الأوسط وأطلق عليها مسمي تكوين مارماريكا (Industrial Research Centre. 1977. P. 38.39) .

يعتبر تكوين الجغبوب أكثر الوحدات انتشارا في منطقة الدراسة، ويغطي مساحة تقدر بحوالي 309 كم^2 بنسبة 51.3 % من مساحة المنطقة، ويتكون من طبقات من الحجر الجيري والحجر الجيري الطباشيري الغني بالحفريات الذي يتراوح لونه مابين الأبيض والأبيض المائل إلى الاصفرار مع وجود احمرار في بعض أجزائه لوجود أكسيد الحديد الذي يملأ بعض الفراغات والثقوب المتداخلة مع صخور سيليسيه لينة إلى متوسط الصلابة إلى هشة، كما يحتوي على مارل جبسي يميل إلى اللون الأخضر مع قليل من الطفل الذي تتراوح

حبيباته بين المجهرية والخشنة مع وجـود بعـض الكـوارتز فـي طبقاتهـا (Syamadas Banerjee.1980.pp.26, 27)، وصخور الجغبوب بصفة عامة أفقية مع وجود ميـل فـي المناطق المتأثرة ببعض التراكيب الجيولوجية والفوالق لوجود الحجر الجيـري ذى الطبقـات المتقاطعة في بعض الأجزاء، مع وجود طبقات من الكونجلوميرات في الأجزاء التي تدل على الحركات الأرضية (Industrial Research Centre. 1977. P. 38.39) ، ومع هذا فإن تكوين الجغبوب يمثل نمطا واحدا في البيئة الرسوبية البحرية، وتغطي رواسب الزمن الرابـع تكوين الجغبوب بشكل متجانس، ويبلغ السمك الكلي الظاهر حوالي 130 م، وتشير الحفريات لهذا التكوين على أن عمره يمتد من الميوسين الأسفل إلى الميوسين الأوسط (مركز البحـوث الصناعية، 1977، ص 38 ،41) ويوضح الجدول (1 ــ 4) التتابع الطبقي لتكوين الجغبوب.

جدول (1 ــ 4) التتابع الطبقي لتكوين الجغبوب

وصف التكوين	التتابع الطبقي	العصر	الرمز	السمك	المساحة كم²	المساحة %
حجر جيري ابيض الي رمادي صلب طباشيري حفري		ميوسين	TMJ	حوالي 130 متر	3090	51.3
حجر جيري ابيض مصفر معتدل الصلابة مارلي						
حجر جيري رمادي بلوري ـ مارلي حفري						
حجر جيري رمادي فاتح صلب بلوري ناعم الحبيبات حفري						
حجر جيري رمادي الي ابيض صلب حفري غني بالمحار						
حجر جيري رمادي فاتح صلب بلوري حفري						
حجر جيري ابيض الي رمادي صلب سميك طباشيري حفري						
حجر جيري رمادي الي ابيض مصفر صلب طباشيري مارلي حفري						
حجر جيري رمادي الي ابيض صلب بلوري حفري						
حجر جيري اصفر الي ابيض صلب طباشيري حفري						
حجر جيري رمادي الي ابيض مصفر صلب طباشيري مسامي حفري غني بالمحار						
حجر جيري طباشيري محمر الي ابيض مصفر صلب غني بالحفريات						
حجر جيري رمادي اللون الي ابيض صلب غني بالحفريات والمحار						
حجر جيري طباشيري ابيض مصفر بلوري مع حفريات وبقايا مواد عضوية						
حجر جيري رمادي الي ابيض صلب مارلي غني بالمحار والرخويات						
حجر جيري اصفر الي رمادي ابيض صلب مارلي طباشيري ر وغني بالحفريات						
حجر جيري ابيض الي رمادي صلب ترابي ورملي وغني بالحفريات						
حجر جيري ابيض الي رمادي اصفر صلب غني بالحفريات						
حجرجيري رمادي ا الي ابيض صلب ورملي وطيني غني بالمحا والحفريات						
حجر جيري ابيض و اصفر صلب يحتوي علي حصي ورمال وغني الحفريات						

المصدر : 1 ــ خريطة ليبيا الجيولوجية لوحة البردية 1977.

2 ــ خريطة ليبيا الجيولوجية لوحة درنة 1974 .

3 ــ Explanatory Booklet . AL brdia Sheet 1977 p 32.

2 ـ2 ـ تكوينات الزمن الرابع:

تنتشر رواسب الزمن الرابع لتغطي أجزاء واسعة من منطقة الدراسة، وتختلف هذه الرواسب من حيث نوعها وأسباب نشأتها وذلك حسب نوع مصادرها وعوامل نقلها وترسيبها، ومعظمها عبارة عن رواسب مفككة تغطي مساحة تقدر بحوالي 3000 كم2 بنسبة 53.2% من منطقة الدراسة، وتنتشر على هيئة رمال الشاطئ والكثبان الرملية وتتماسك لتكون كالكارنيت، كما تنتشر الرواسب والمفتتات الفيضية في معظم أجزاء منطقة الدراسة على امتداد منحدراتها وأقدامها وفي قيعان منخفضاتها، وهي تختلف في نوعها من مكان لآخر، ويختلف سمكها من عدة سنتمترات إلى بضعة أمتار إلى جانب الرواسب الهوائية والقشرات الجيرية الصلبة، ونظرا للدور الذي تلعبه هذه الإرسابات في تكوين الكثير من الظاهرات الجيومورفولوجية سوف يتم دراسة أهم هذه الإرسابات وهي كما **يلي:**

2 ـ 2 ـ1 ـ تكوين اجدابيا:

أول من وصف هذا التكوين Desio (1935)، ويوجد هذا التكوين بالقرب من المنطقة الشاطئيه في كل من منطقة زاوية أم ركبة ومنطقة رأس عزاز ومنطقة مرسي لك بصورة متقطعة وعلى هيئة شريط ضيق يمتد لمسافة 25 كم، (شكل1 ــ 11 و1 ــ 12 و 1 ــ 13)، ويتراوح السمك الكلي الظاهر في بعض الأماكن مابين 4 ــ 9 أمتار، وفي بعض ألاجزاء يصل السمك إلى حوالي 2 متر، ويغطي تكوين اجدابيا مساحة تقدر 17.6كم^2 بنسبة 0.29% من مساحة المنطقة (Industrial Research Tripoli 1977. AL Bardia)، ويتألف تكوين اجدابيا من صخور الكالكارنيت ذات النشاة البحرية، وتأخذ في الغالب اللون الأبيض المائل إلى الرمادي الخشن إلى الأصفر الباهت مع تداخلات من الحجر الجيري وفتات القواقع والأصداف البحرية وحفريات الفورمانيرز Fornaminiers مع مع تداخلات من الصلصال الاخضر وبعض حبيبات من الكوارتز والحصى، ويتميز هذا التكوين بأن متوسط الصلابة إلى هش القوام، كما يتميز التكوين بطباقية متقطعة ويتكون بشكل رئيسي من الكالكارنيت (Burollet 1960 .p. 62)، ويعد هذا التكوين واسع الانتشار على طول الساحل الليبي، ويسمئ بتكوين قرقارش في ألاجزاء الغربية من الساحل الليبي ويعتقد بأنه كثبان قديمة ترجع إلى عصر البلايستوسين والهولوسين، وان بيئة الترسيب كانت بحرية ضحلة وشاطئية تتميز بالدفء (Industrial Research Centre. 1977. P. 49.50)، كما توجد اسطح عدم التوافق بين تكوين اجدابيا وتكوين الجغبوب في بعض ألاجزاء بالمنطقة حيث ترتكز في بعض المواقع على رواسب نهرية حديثة التكوين (Syamadas Banerjee.1980.p. 7).

شكل(1 ــ 11) صخور الكالكارنيت الرملية (منطقة أم ركبة)



شكل(1 ــ 12) صخور الكالكارنيت الرملية(رأس عزاز)



شكل (1 ــ 13) صخور الكالكارنيت الرملية (منطقة مرسي لك)



2 ـ 2 ـ 2 ـ رواسب السبخات:

تظهر هذه الرواسب في شمال منطقة الدراسة على طول امتداد الشريط الساحلي وعند مصبات أغلب الأودية (شكل 1 ــ 14) في منطقة العقيلة ومرسي لك وزاوية أم ركبة ورأس عزاز وفي منطقة البردي في وادي الجرفان وشماس، وتغطي هذه الرواسب مساحة تقدر بحوالي 147 كم^2، ورواسب السبخات عبارة عن إرسابات مفككة تتكون من مواد ملحية وطينية وغرين ورمل ناعم إلى متوسط الحبيبات مع جبس، وهي رواسب ريحية ومائية حملتها المياه الجارية إلى السبخات .Industria Research Centre Tarabulus . 1984) (P. 66.68 ، وتتغطي السبخات أحيانا بقشرة من الملح والجبس الناتج عن التبخر خلال فترات الجفاف وتغطي المياه أغلب هذه السبخات خلال فصل الشتاء، نتيجة لسقوط الأمطار ويتعرض البعض منها للجفاف خلال فصل الصيف، وتنمو في هذه السبخات مجموعة كبيرة من النباتات مثل الطرفة ــ الزيتة ــ الديس ــ الحجنة (حسن محمد الحديدي ،1995، ص، 114،113) وسوف نتناول السبخات بشي من التفصيل في (الفصل الثاني)

2 ـ 2 ـ3 ـ الرواسب الهوائية ورمال الشاطئ :

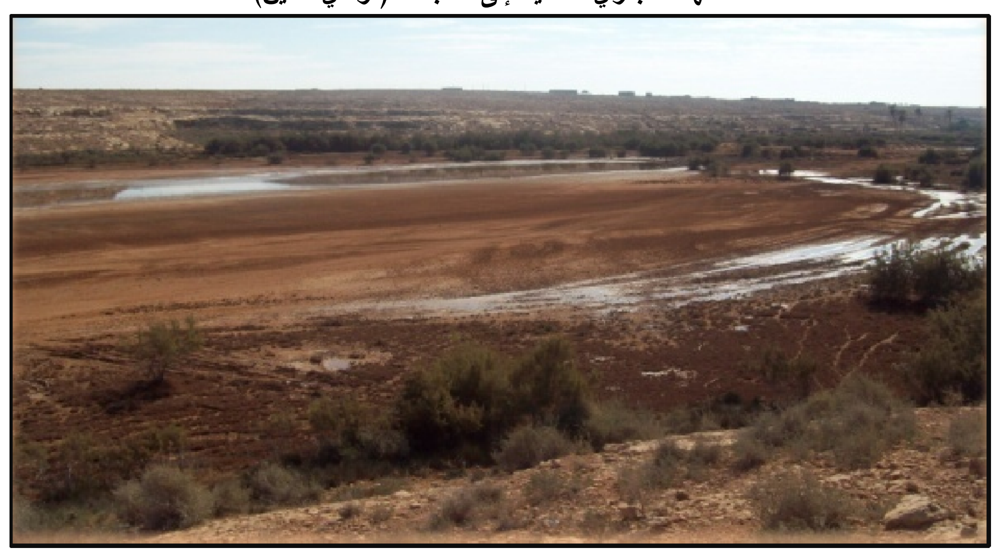
تشمل رواسب الكثبان الرملية الساحلية وهي تغطي مساحة تقدر بحوالي 38 كم^2 بين وادي الملاحة في الشرق ومنقار الحوت في الغرب (مصب وادي السهل الشرقي)، ويصل ارتفاع الكثبان الرملية الساحلية إلى حوالي 15 م .Industrial Research Centre) (Tarabulus . 1977. p. 51.53، وهي تقتصر على منطقة الشريط الساحلي والمنطقة الشاطئية الضيقة، وتتألف من فتات القواقع البحرية الحديثة ذات اللون الأبيض المائل للاصفرار مع حبيبات كبيرة من الكوارتز (أحمد سعيد الشريف، وآخرون، 1990، ص113، 115)، كما تظهر هذه الرواسب على هيئة فرشات رملية صغيرة في أماكن متفرقة من منطقة الدراسة، التي لايزيد سمكها في المتوسط عن 50 سم عما يجاورها (شكل1 ــ 15)، ويمكن ملاحظتها على سطح منطقة الدراسة في تكوين بعض التموجات الرملية والنباك وأسطح التذرية إضافة إلى الكثبان الرملية الصاعدة على منحدرات الحافات خاصة الجنوبية، وتتكون هذه الرواسب من رمال ريحية ناعمة إلى متوسطة متجانسة اغلبها من الكوارتز مع بعض حبيبات من الحجر الجيري ويختلف لونها مابين الأصفر المائل إلى اللون الأحمر.

2 ـ2 ـ 4 ـ الرواسب المائية :

تغطي الرواسب المائية معظم أجزاء منطقة الدراسة على منحدراتها وفي قيعان منخفضاتها وسهولها، وهي تختلف من مكان لآخر حيث تظهر على هيئة مسطحات تتكون من التربة الطينية المائلة إلى اللون الأحمر أو على شكل رواسب من التربة الرملية، حيث يكون لها

امتدادات محدودة العمق ضحلة مختلطة بالحصى والجلاميد بنية اللون مع رواسب من الحجر الجيري والطفل الرملي (شكل1 ــ 16) وتكون منتشرة بشكل كبير (محمود علي المبروك، 2006، ص 38، 39)، أما رواسب الوديان فتتكون من الحصى والجلاميد والرمال والطفل الرملي، حيث تملأ هذه الرواسب قيعان الأودية في جميع أنحاء المنطقة، وتتراكم هذه الإرسابات نتيجة للتغير التدريجي في سرعة التيارات المائية السائدة عند سقوط الأمطار (شكل 1 ــ 17)، وتختلف أحجام المواد المترسبة إذ يتركز الحصى عند قمتها وتزداد هذه الرواسب دقة ونعومه كلما بعدنا عن المصب (جودة حسنين جودة، 1998،ص35).

شكل (1 ــ 14) رواسب طينية ورمال
حملتها المجاري المائية إلى السبخات(وادي العين)



شكل (1 ــ 15) رواسب هوائية من الرمال
بمنطقة القعرة تكون نباك كبيرة



شكل (1 ــ 16) الرواسب الغريينة والتربة الطينية في أحد روافد الأودية بسقيفة الريفي



شكل (1 ــ 17) حصى وجلاميد مع كتل صخرية بمصب وادي رأس بياض



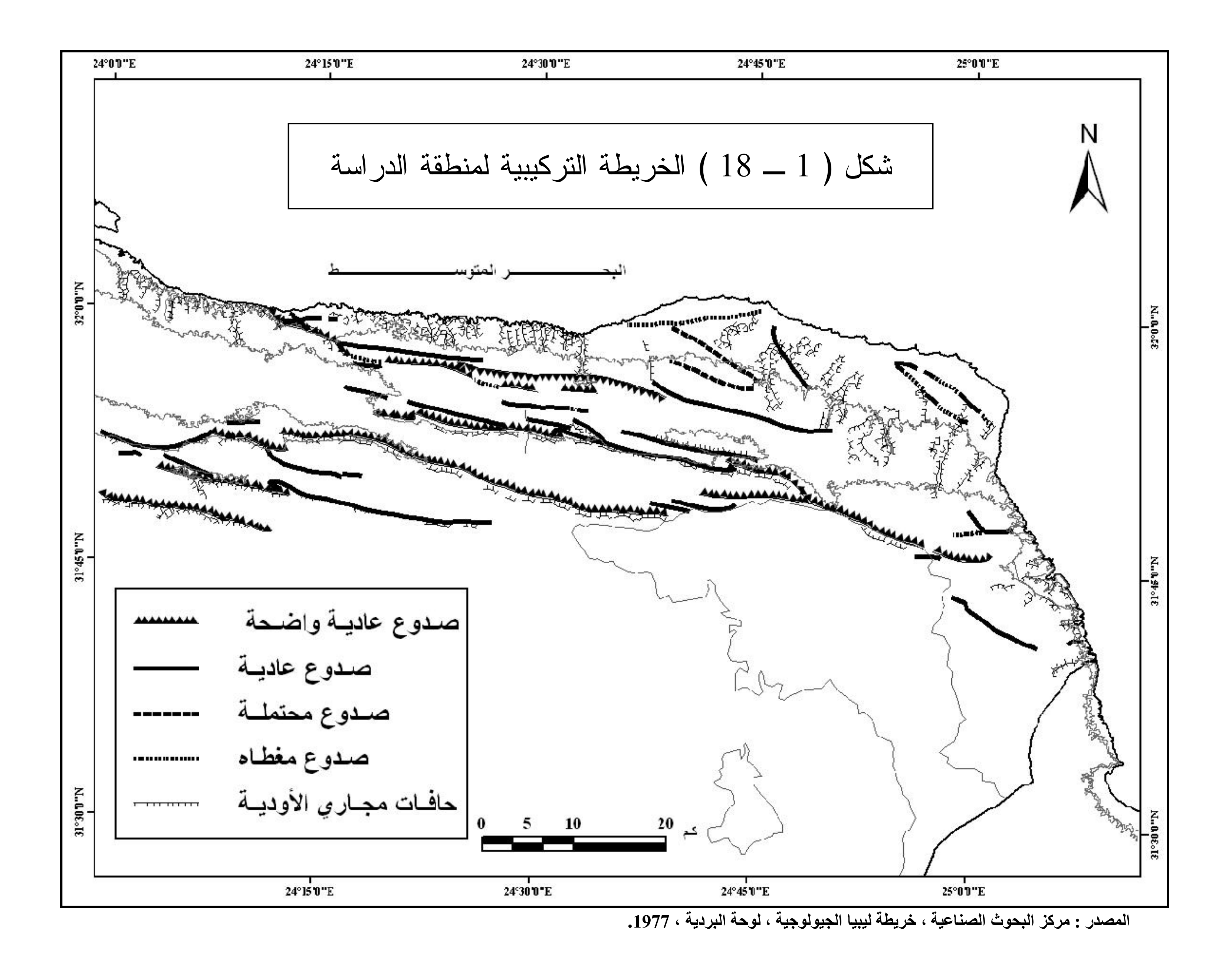
3 ــ التراكيب الجيولوجية :

للتراكيب الجيولوجية أثر كبير في تشكيل مظاهر سطح الأرض ولاسيما في حالة الحافات الانكسارية والالتواء، فهي بكشفها للصخور من حيث خصائصها الليثولوجية المتمثلة في نوع الصخر ونظامه أمام عوامل التجوية والتعرية ولكونها تمثل مناطق ضعف جيولوجية،

قد أتاحت الفرصة لعوامل التشكيل الخارجية كي تمارس نشاطها، ولذلك نجد أن كثيرا من الظواهر الجيومورفولوجية الناتجة عن عمليات النحت تعكس تأثير التراكيب الجيولوجية وخصائصها وسوف يتم تناول التراكيب الجيولوجية على النحو **التالي** :

3 ـ 1 ـ الصدوع :

شهدت منطقة الدراسة العديد من حركات التصدع التي حدثت في الزمن الثالث كباقي أقاليم ليبيا، ومن دراسة التراكيب الجيولوجية للمنطقة نجد أن الميل العام ضئيل للغاية وغالباً ما تكون الطبقات أفقية في معظم الأماكن، وتزداد درجات الميل وتتغير في الاتجاه بالقرب من خطوط التصدع وتصل إلى 3° ــ 4° درجات، وتتأثر منطقة الدراسة من ناحية الشمال بنطاق من التصدع العادي حيث الرمية ناحية الشمال وأحيانا تأخذ شكل الأخاديد الصغيرة، أما الجزء الجنوبي من المنطقة فلا تظهر فيه أي صدوع على الخرائط، وقد يرجع هذا لأن المنطقة مغطاة بتكوين الجغبوب الذي يكون مسطحا واحدا، وربما تكون هناك مجموعة من الصدوع الصغيرة ولكنها مغطاة برواسب تكوين الجغبوب، واختلفت التصدعات في المنطقة من حيث اتجاهاتها وأطوالها وكذلك توزيعها، ومن خلال قراءة وتحليل المرئية الفضائية والخرائط الجيولوجية والطبوغرافية والدراسة الحقلية نلاحظ أن الصدوع بمنطقة الدراسة في الغالب تكون طولية ومستقيمة وموازية في معظمها لخط الساحل، وبلغ عدد الصدوع في المنطقة حوالي 75 صدعاً، تأخذ اتجاهات شرق ــ غرب إلى شمال غرب ــ جنوب شرق، ومعظمها من النوع العادي، كما يلاحظ وجود صدوع صغيرة تأخذ اتجاها من الشمال إلى الجنوب متفقة ومتوازيا مع محاور الأودية (شكل 1 ــ 18)، وبلغت جملة أطوال الصدوع بالمنطقة حوالي 480 كم، ويختلف امتداد الصدوع من 0.50 ــ 25كم (Geological Map Of Libya Al Bardia Sheet. 1:250.000 1977)، وتشكل الصدوع الرئيسية أربع حافات حيث تكون الاتجاهات السائدة هي شرق ــ غرب و شمال غرب ــ جنوب شرق، وتمتد متوازية مع امتداد خط الساحل، وتبدأ الحافة الأولي من ارتفاع 180 م فوق مستوي سطح البحر، ويفصلها عن الحافة الثانية مجموعة من المنخفضات التي يطلق عليه اسم (السقايف)، وتتراوح المسافة بين الحافة الأولي والثانية مابين 4 ــ 10 كم، أما الحافة الثانية فتمتد موازية للحافة الثالثة بمتوسط ارتفاع 110م فوق مستوي سطح البحر وتحصر بينها مجموعة من المنخفضات، أما الحافة الرابعة التي تطل على البحر المتوسط وهي أدني كل هذه الحافات ويصل متوسط ارتفاعها إلى 90 م فوق مستوى سطح البحر.



المصدر : مركز البحوث الصناعية ، خريطة ليبيا الجيولوجية ، لوحة البردية ، 1977.

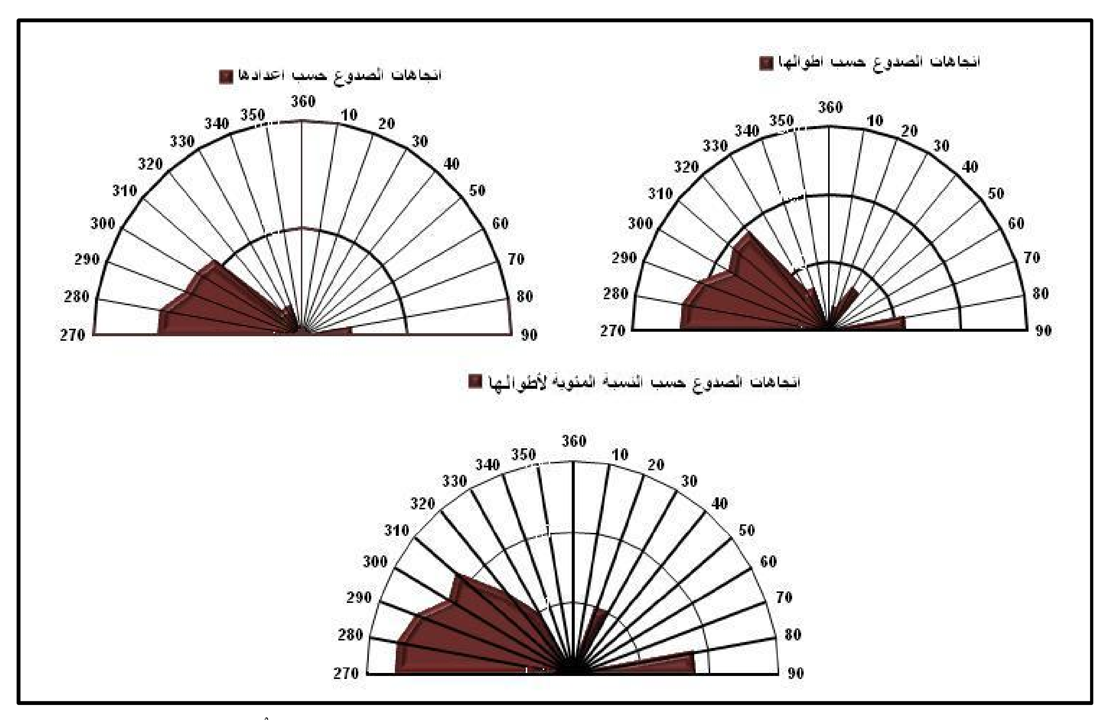
وتم قياس أطوال واتجاهات وأعداد الصدوع من الخريطة الجيولوجية مقياس 1:250000 الصادرة عن مركز البحوث الصناعية 1977، إضافة إلى فحص المرئيـة الفضـائية ETM 2004 من خلال الجدول (1 ــ 5) و(شكل1 ــ 19) يمكن تمييز اتجاهات الصد وع حسـب أعدادها وأطوالها .

جدول (1 ــ 5) أعداد وأطوال واتجاهات الصد وع بمنطقة الدراسة

الاتجاه	العدد	نسبة %	الطول كم	نسبة %
شـرق ــ غـرب	**41**	**54.6**	**319.2**	**66.4**
شمال غــرب ــ جنوب شـرق	**30**	**40.0**	**146.3**	**30.4**
شمال شــرق ــ جنوب غــرب	**4**	**5.3**	**14.5**	**3.0**
المجموع	**75**	**%100**	**480**	**%100**

المصدر: تم قياس أطوال واتجاهات الصدوع من الخريطة الجيولوجية والمرئية الفضائية ETM بأستخدام برنامج ERDAS 9.1 وبرنامج Google Earth.

شكل (1 ــ 19) اتجاهات الصدوع حسب أعدادها وأطوالها



المصدر: تم قياس أطوال واتجاهات الصدوع من الخريطة الجيولوجية والمرئية الفضائية ETM بأستخدام برنامج ERDAS 9.1 وبرنامج Google Earth.

3 ــ 1 ــ1 ــ توزيع الصدوع حسب اتجاهاتها

من خلال الجدول (1 ــ 5) و(شكل1 ــ 19) تتوزع الصدوع بشكل عــام فــي منطقــة الدراسة حسب الاتجاهات **التالية:**

- **اتجاه: شــرق ــ غــرب :**

يعد هذا الاتجاه شــرق ــ غــرب هو السائد للصدوع في منطقة الدراسة، حيث بلــغ عدد الصدوع المتمثلة في هذا الاتجاه 41 صدعاً بنســبة 54.6% مــن مجمــوع أعــداد الصدوع، وبلغ مجموع أطوالها 319 كم بنسبة 66.4 % من إجمالي أطــوال الصــدوع، وتراوحت أطوال الصدوع مابين 1 ــ 17 كم، وتنتشر هذه الصدوع في معظــم الجــزء الشمالي من منطقة الدراسة وتقدر رميتها 40 مترا نحو الشمال، ويرتبط بها العديــد مــن الحافات وحيدة الميل التي تحصر بينها مجموعة من منخفضات السقايف.

- **اتجاه : شمال غرب ــ جنوب شرق :**

يعد اتجاه شمال غرب ــ جنوب شرق الاتجاه الثاني السائد في منطقة الدراسة، وبلــغ عدد الصدوع المتمثلة في هذا الاتجاه 30 صــدعاً بنســبة 40.0 % مــن جملــة أعــداد الصدوع، وبلغ مجموع أطوالها 146.6كم من جملة أطــوال الصــدوع بنســبة 30.4%، وتتميز هذه الصدوع بقصرها، وتتراوح أطوالها مابين 0.65 ــ 3.50 كم (Geological Map Of Libya Al Bardia Sheet. 1:250.000 1977).

- **اتجاه : شمال شــرق ــ جنوب غرب :**

يعد اتجاه شمال شرق ــ جنوب غرب أقل الاتجاهات انتشارا على سطح منطقة الدراسة، والأقل تأثيرا على أشكال السطح، وبلغ عدد الصدوع المتمثلة في هذا الاتجاه 4 صدوع بنسبة 5.3% من جملة أعداد الصدوع، وبلغ مجموع أطوالها 14.5كم بنسبة 3.0%، وتبلغ رميتهــا نحو 25 مترا باتجاه الشمال وتتراوح أطوالها مابين0.50 ــ 1.6كم.

إن معظم الصدوع التي تنتشر على سطح منطقة الدراسة من النوع العــادي، التــي أدت إلى رفع الكتل الصخرية وهي معظمها ذات اتجاهات شرق ــ غرب إلــى شــمال غــرب ــ جنوب شرق ومعظمها يرجع إلى الاوليجوسين الميوســين (Geological Map Of Libya Al Bardia Sheet. 1:250.000 1977)، وانعكس ذلــك علــى المظهــر المورفولــوجي العام للمنطقة، وفي توجيهه عدد من المنخفضات داخل الهضبة مثل سقيفة الزعفــران والهنــاد والريفي والعدم وبعض مجاري الأودية وفي امتداد الحافات التي تمتد علــى طــول امتــداد الصدوع الرئيسية .

ورغم امتداد الصدوع واقتصارها على اتجاهات شرق ــ غرب إلى شمال غرب ــ جنوب إلا أنها تنشط على طولها أثر التجوية والتعرية التي تؤدي إلى تكوين أشكال جيومورفولوجيـــة متعددة سوف يتم تناولها في (الفصل الرابع) .

3 ــ 2 ــ الشقوق والفواصل :

تعتبر الشقوق والفواصل من الأشكال التي تنشأ نتيجة لعمليات التشقق والالتـــواء وعـــادةً ماتكون مصاحبة لعمليات التصدع، وهي تنتشر في معظـــم التكوينـــات الصـــخرية بالمنطقـــة (شكل 1 ــ 20 و1 ــ 21)، وبالاعتماد على القياسات الميدانية للشقوق والفواصل الصخرية، فقد تم قياس عدد 40 شقا وفاصل بطول 475 متر وتراوحت أطوالها مابين 50 سم إلـــى 30 مترا، ومن خلال تحليل الجدول (1 ــ 6) و(شكل1 ــ 22) توجـد عـــــلاقة قـــــوية بـــين اتجاهات الشقوق والفواصل واتجاهات الصدوع بالمنطقـــة، فالاتجاهـــات الســـائدة للشـــقوق والفواصل تتطابق نوعاً ما مع اتجاهات الصدوع، حيث يتضح سيادة الاتجاهات **التالية** :

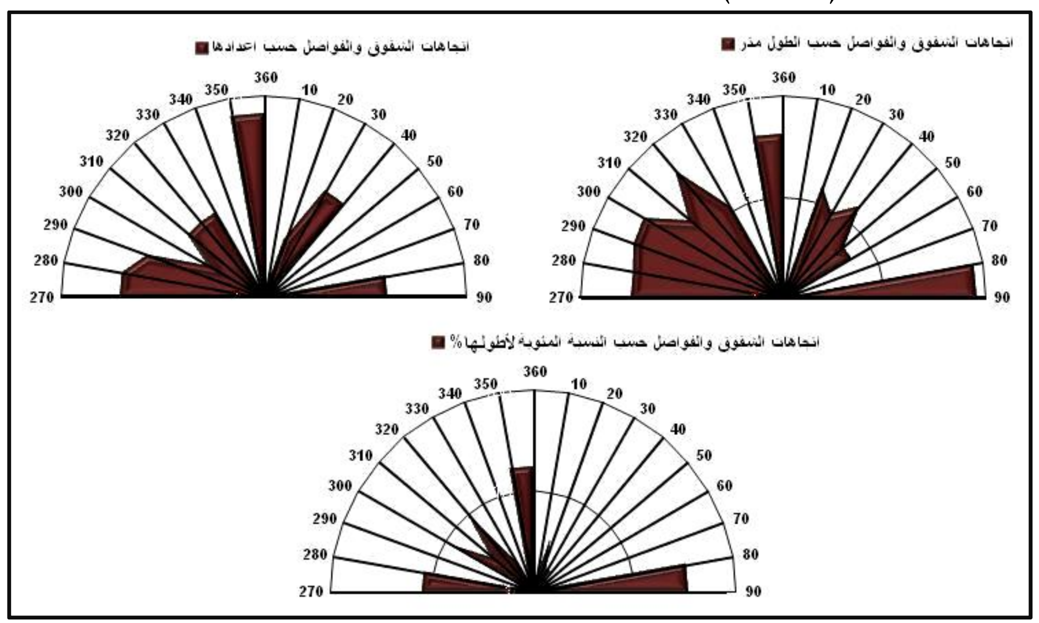
- **اتجاه: شرق ــ غرب** : يمثل هذه الاتجاه نسبة 37.5% من جملة أعداد الشقوق والفواصل المقاس ميدانياً، وبلغ مجموع أطوالها 286.6 متر بنسبة 60.3% من جملة أطوال الشقوق والفواصل.
- **اتجاه: شمال غرب ــ جنوب شرق** : يمثل هذا الاتجاه نسبة 22.5 % من جملـــة أعـــداد الشقوق والفواصل، وبلغ مجموع أطوالها 66.3 متر بنسبة 13.9% مـــن جملـــة أطـــوال الشقوق والفواصل .
- **اتجاه: شمال ــ جنوب** : يمثل هذا الاتجاه نسبة 20 % من جملة أعداد الشقوق والفواصل، وبلغ مجموع أطوالها 78.5 متر بنسبة 16.5% من جملة أطوال الشقوق والفواصل .
- **اتجاه : شمال شرق ــ جنوب غرب** : يمثل ما نسبته 20%، بطـــول يبلـــغ 43.7 متـــر بنسبة 9.2% من جملة أطوال الشقوق والفواصل .

جدول (1 ــ 6) اتجاهات الشقوق والفواصل بمنطقة الدراسة

الاتجاه	العدد	نسبة %	الطول م	نسبة %
شـرق ــــ غـرب	15	37.5	286.5	60.3
شمال غــرب ــــ جنوب شــرق	9	22.5	66.3	13.9
شمال ــــ جنوب	8	20.0	78.5	16.5
شمال شــرق ــــ جنوب غــرب	8	20.0	43.7	9.2
المجموع	40	%100	475	%100

المصـــدر: الدراسة الميدانية 11 / 2009 ــ 1 / 2010

شكل(1 ــ 22) اتجاهات الشقوق والفواصل حسب أعدادها وأطوالها



المصدر: الدراسة الميدانية 11/ 2009 ــ 1 / 2010

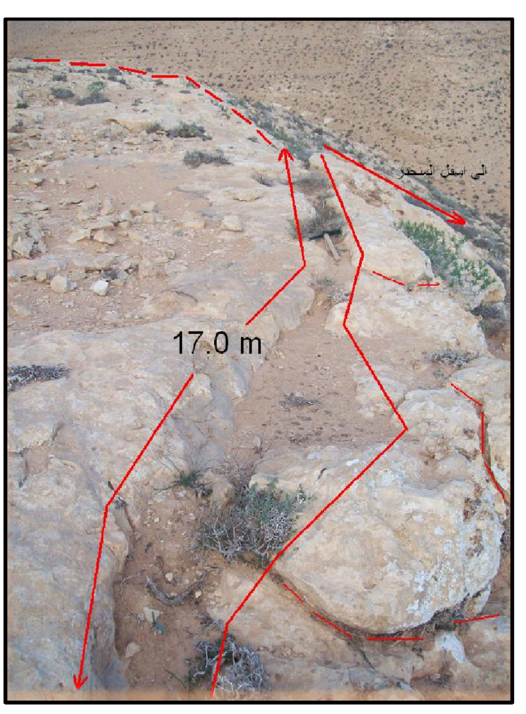
أما من حيث الاتساع والمسافة الفاصلة بين الشقوق والفواصل، فقد تراوح متوسط اتساع الفواصل مابين 3 ــ 6 سم بمسافة فاصلة تتراوح مابين 0.75 ــ 2 متر، وعادةً ما تكون على شكل خطوط طولية، واختلفت فتحات الشقوق والفواصل من مكان إلى آخر بحيث تزداد بالقرب من الحافات وحافات الجروف البحرية حيث تنشط خلالهما عمليات التجوية والتعرية .

ومن خلال قياس زوايا انحدار الشقوق والفواصل، تتراوح درجات انحدارها مابين الشديدة والجرفية، كما يتبين مدى تأثر الصخور الجيرية بتكوين الخويمات والفائدية والجغبوب والصخور الرملية بتكوين اجدابيا بكثرة الشقوق والفواصل، التي تساهم في تقسيم الطبقات الصخرية وتفتيتها، والتي تؤدي إلى نشاط التجوية خلالها مما كان له أثر على حركة المواد على المنحدرات، وفي تشكيل بعض الظاهرات الجيومورفولوجية على طول الحافات الصدعية وحافات مجاري الأودية (شكل 1 ــ 23)، وحافات الجروف البحرية (شكل 1 ــ 24)، وتمثلت في الانهيارات الأرضية والتساقط الصخري وزحف الصخور.

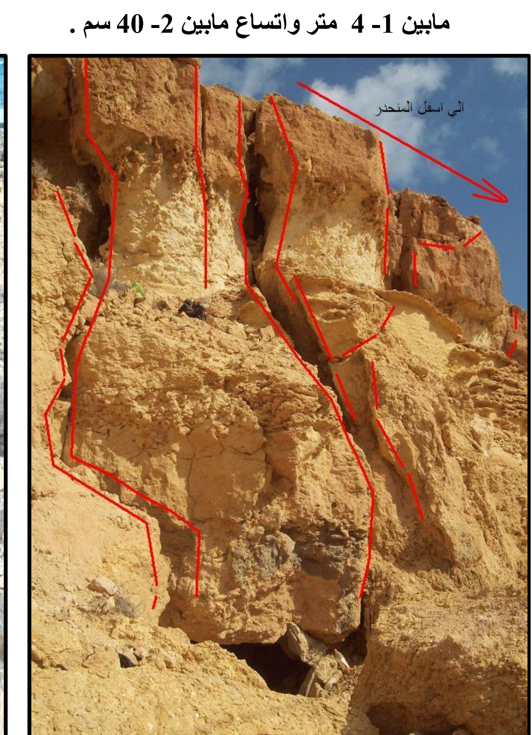
كما نلاحظ أن كثيرا من الفواصل ممتلئ بالرواسب أغلبها مفتتات جيرية مع بعض الأتربة وبقايا من النباتات وفي الغالب تغسل الأمطار وتجرف جميع هذه المفتتات، وتنمو بعض النباتات داخل الشقوق والفواصل أغلبها من نبات الرمث والحلبلب والقطف وبعض الأعشاب الحولية التي تنمو بعد سقوط الأمطار.

شكل (1 ــ 20) شقوق وفواصل صخرية على أحد روافد وادي الخبطة

شكل (1 ــ 21) تراجع جبهات روافد وادي بوخطيطة بمنطقة باب الزيتون



شكل (1ــ 23) شقوق وفواصل بمنطقة البردية بطول مابين 1- 4 متر واتساع مابين 2- 40 سم .



شكل (1ــ 24) نظم الشقوق والفواصل علي حافات المنطقة الساحلية بوادي الزيتون.

ثالثـا : الخصائص المناخية لمنطقة الدراسة :

تهدف دراسة الظروف المناخية إلى التعرف على الخصائص المناخية الحالية التي تتميز بها منطقة الدراسة، حيث إن دراسة الخصائص المناخية تساعد في معرفة العوامل المؤثرة في تشكيل سطح الأرض، حيث تتأثر جميع العمليات الجيومورفولوجية بشكل واضح بالظروف المناخية سواء كانت الماضية أو الحالية.

ونظرا لوقوع منطقة الدراسة في النطاق شبة الجاف فإنها مرت بفترات مناخية متباينة من حيث كمية الأمطار الساقطة ودرجات الحرارة والرياح، فقد تعرضت منطقة الدراسة كغيرها من مناطق شمال ليبيا في الزمن الرابع لسلسة متتابعة تتكون من أربع إلى خمس فترات مطيرة فصلت بينها فترات جافة فقد استطاع كينتس knetsch (1950) في ليبيا أن يتتبع سلسلة تتكون من خمس فترات مطيرة فصلت بينها فترات جافة (محمد عبد الرحيم العرفي، 1997، ص 27 ، 28) وتوصل (جودة حسنين جودة، 1973، ص، 17) عند دراسة وادي القطارة في ليبيا أن يميز خمسة من المدرجات النهرية وربطها بخمس نقاط تجديد للشباب على الامتداد الطولي للوادي، ويمكن القول إن فترات المطيرة في النطاق الشمالي من ليبيا، تعاصر فترات باردة أو جليدية في وسط أوروبا، وهذا التكرار المتشابه لظروف الجليد والمطر توضح أن فترات الجليد الشمالية كانت تتحكم في فترات المطر في النطاق الشمالي من ليبيا، وبدون وجود الجليد في أوروبا لا تحدث فترات مطيرة في شمال ليبيا، وأن كميات الأمطار تتجاوز حوالي 300 ملم (جودة حسنين جودة، 1991 ،ص،227)

وكان يصاحب الأمطار في الفترات السابقة انخفاضا في درجات الحرارة، وقد أشار (جودة حسنين جودة، 1999، ص،24) في مدرجات وادي القطارة وجود الكتل الصخرية الجيرية متفاوتة الأحجام وكلها خشنة حادة الحواف، وهي تظهر مختلطة بحصى وهي شواهد تدل على زيادة معدلات الرطوبة وفعل الصقيع أثناء فترات البلايستوسين.

يظهر أثر عناصر المناخ المختلفة في مظاهر السطح بمنطقة الدراسة، على الرغم من أن المناخ الحالي لم يكن هو السبب الرئيسي في تكوين الظاهرات الجيومورفولوجية السائدة، ولكن منطقة الدراسة تطل مباشرة على ساحل البحر المتوسط على شكل منحدرات متدرجة وساحل كثير الخلجان، مما يسمح بتوغل المؤثرات البحرية، هذا بالإضافة إلى المؤثرات القارية التي يبرز دورها في الأجزاء الداخلية ولإعطاء صورة عن مناخ منطقة الدراسة، وبناء على البيانات المناخية المتحصل عليها من قبل المركز الوطني للأرصاد الجوية لمحطات طبرق، سنتناول العناصر المناخية **التالية :**

1 ــ الحــرارة:

تعد درجات الحرارة ذات تأثير مباشر وغير مباشر في معظم العمليات الجيومورفولوجيــة بمنطقة الدراسة، إذ أن تأثيرها في الوقت الحالي لا يتعدى دورهــا فــي عمليــات التجويــة الميكانيكية والكيميائية لصخور المنطقة، فالتغير في درجات الحرارة يؤدي إلى حدوث التقشير الصخوري حيث يسخن السطح الخارجي للصخور بمعدل أسرع عند تعرضه لأشعة الشــمس خلال النهار وخاصة في فصل الصيف، وحينما تنخفض درجات الحرارة ليلا تتكمش الأجزاء السطحية للصخور فيحدث تفكك للصخور وانفصالها على هيئة قشور سطحية وتنتج عن تتابع التمدد والانكماش بفعل التغيرات اليومية والفصلية والسنوية للمدي الحراري.

من الجدول (1 ــ 7) و(شكل1 ــ 25) يتضح أن المعدل العام لدرجات الحــرارة يبلــغ 19.8 ْدرجة مئوية، وأن منحني درجات الحرارة يظهر بشكل طبيعي يتجــه نحــو الارتفــاع ابتداء من شهر مارس حتى شهر سبتمبر، وأن شهور فصل الصيف يونيو ويوليو وأغســطس حتى سبتمبر قد سجلت أعلى ارتفــاع فــي درجــات الحــرارة العظمــى وتبلــغ معــدلاتها في منطقة الدراسة (يونيو27.6 ْــ يــوليو 29.0 ْــ أغسطس 29.7 ْــــ ســبتمبر29.2 ْ)، بمتوسط عام يبلغ 28.7 ْ.

جدول (1 ــ 7) المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة المئوية من الفترة 1985 ــ 2007

الشهــــور	متوســــط درجة الحرارة			
	العظمي	الصغرى	المدى الحراري	المتوسط العام
ينايــر	17.4	9.4	8.0	13.4
فبرايــر	17.9	9.4	8.5	13.6
مــارس	19.8	10.9	8.9	15.3
ابـريل	22.7	13.2	9.5	17.9
مايــو	24.9	16.5	8.4	20.7
يونيــو	27.6	19.9	7.7	23.7
يوليــو	29.0	22.3	6.7	25.6
أغسطس	29.7	23.3	6.4	26.5
سبتمبــر	29.2	21.9	7.3	25.5
أكتوبــر	26.6	18.5	8.1	22.5
نوفمبر	22.9	14.4	8.5	18.6
ديسمبــر	19.1	10.6	8.5	14.8
المعدل العام	23.8	15.8	8.4	19.8

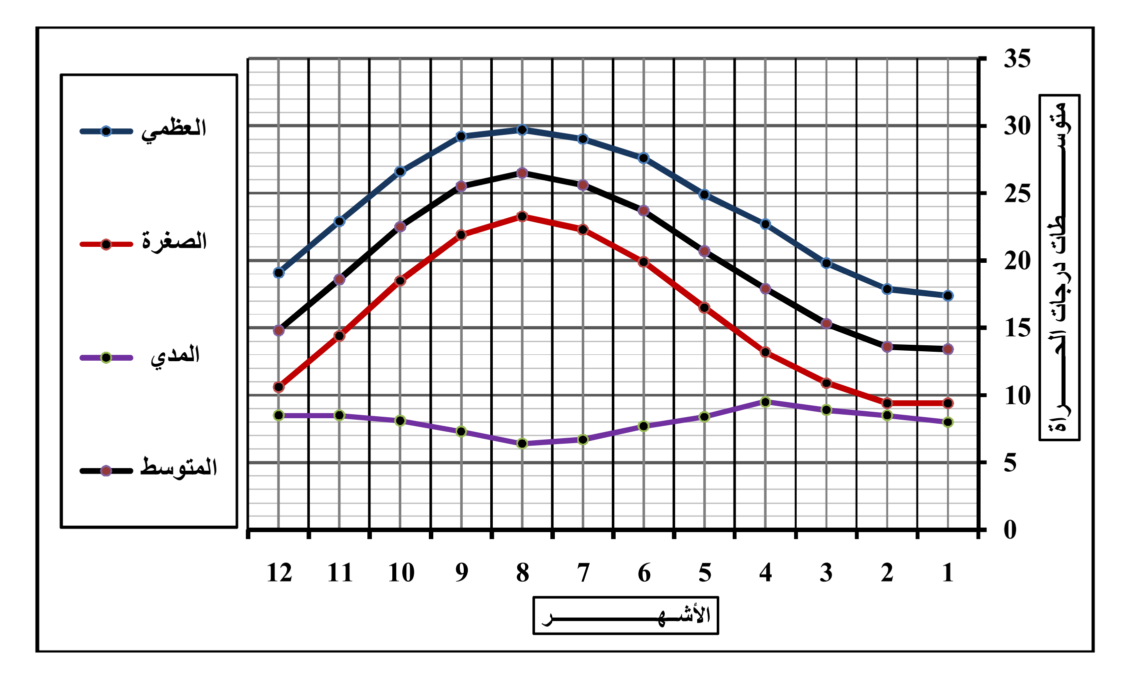
المصدر : المركز الوطني للأرصاد الجوي بيانات المناخ للفترة من 1985 ــ 2007 محطة أرصاد طبرق

في حين سجلت أدني معدلات لدرجة الحرارة في فصل الشـــتاء، وأن درجـــات الحـــرارة الصغرى تبدأ في الانخفاض من شهر ديسمبر حتى شهر مارس، وأن شهور ديسمبر وينـــاير وفبراير ومارس قد سجلت أدني معدلات لدرجة الحرارة، والتي تبلغ (ديسمبر10.6 ْـ ينـــاير 9.4 ْـ فبراير 9.4 ـ مارس 10.9 ْ) بمتوسط 9.8 ْ درجة مئوية.

أما بالنسبة للمدى الحراري والذي سجل معدل لايـزيد عن 8.4 ْ درجة مئوية ومن الجدول (1 ـ 8)، نلاحظ أن المدى الحراري يكاد يكون متجانسا بين فصول السنة، وتبلغ أدنى قيمـــة مدي حراري في فصل الصيف وسجلت 6.9 ْ درجة مئوية، بينما تبلـــغ أعلـــى قيمـــة مـــدى حراري في فصل الشتاء والربيع وتبلغ 8.3 ْ و 8.9 ْ على التوالي، كما أن الفرق بين أعلـــى مدي حراري وأدنى مدى حراري في المنطقة لم يتجاوز 2 ْ درجة مئوية.

ونلاحظ أيضا أن معدلات درجات الحرارة تنخفض إلى حدها الأدنى فـــي شـــهور الشـــتاء وتصل إلى 13.4 ْ درجة مئوية في شهر يناير، وترتفع إلى حدها الأعلي في شهور الصـــيف وتصل إلى 26.2 ْ درجة مئوية في شهر أغســـطس، وأن الفـــرق بـــين المعـــدلات الفصـــلية لدرجات الحرارة العظمى 23.8 ْ درجة مئوية والصغرى 15.8 ْ درجة مئوية ليست كبيرة بين الصيف والشتاء، وأن ارتفاع المدى الحراري يؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة في النهـــار وانخفاضها أثناء الليل، مما يؤدي إلى نشاط التجوية الميكانيكية والتي يظهر أثرها على بعـــض الصخور في عملية التقشير الصخري.


شكل (1 ـ 25) المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة من الفترة 1985ـ2007



جدول (1 ــ 8) المعدلات الفصلية لدرجات الحرارة والمدى الحراري الفصلي من الفترة .1985ــ 2007

متوسطات درجات الحرارة	فصـــــــــول السنــــة				المتوسط العام
	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	
درجة الحرارة العظمى	18.1	22.4	28.7	26.2	23.8
درجة الحرارة الصغرى	9.8	13.5	21.8	18.2	15.8
المدى الحراري	8.3	8.9	6.9	7.9	8.4
متوسط درجات الحرارة	13.7	17.9	25.2	22.2	19.8

المصدر : المركز الوطني للأرصاد الجوي بيانات المناخ للفترة من 1985 ــ 2007 محطة أرصاد طبرق.

2 ــ الضغط الجوي والرياح :

يعتبر الضغط الجوي والرياح من أهم العناصر المناخية المؤثر في مناخ منطقة الدراسة، فاختلاف الضغط الجوي هو السبب في تحرك الرياح من منطقة إلى أخرى، وإذا نظرنا إلـــى البحر المتوسط الذي تشرف عليه منطقة الدراسة، لوجدنا أنه يتأثر بمناطق الضـــغط المرتفـــع الأزوري والأيسلندي الذي يتحرك إلى الجنوب بسبب انتقال الشمس ظاهرياً إلى مدار الجدي، ولهذا تخضع منطقة الدراسة في فصل الشتاء إلى الرياح الشمالية والشمالية الغربية والغربيـــة (سالم الزوام، 1996، ص 62)، والتي تعتبر المصدر الأساسي لسقوط الأمطار فـــي فصـــل الشتاء (عبد العزيز طريح شرف، 1958، ص 300)، أما في فصل الصيف تتحرك الشـــمس وتتعامد على مدار السرطان وبذلك تتزحزح منطقة الضغط المرتفع الأزوري نحو الشمال ولا يصبح للرياح الشمالية الغربية والغربية أي تأثير على المنطقة (محمد عيـــاد مقيلـــي ،1995، ص 185) .

ومن خلال بيانات الجدول (1 ــ 9) و(شكل1 ــ 26) يتضح أن الرياح السائدة بشكل عام على منطقة الدراسة تتمثل في الرياح الشمالية الغربية والتي شكلت نســبتها حـــوالي 49.9% من مجموع الرياح السائدة على منطقة الدراسة، بينما تتفاوت نسبة اتجاهات الرياح الأخـــرى مابين 18.2% للرياح الشمالية 1.1% للرياح الشمالية الشرقية، في حين تنعدم فيهـــا الريـــاح الجنوبية الشرقية .

جدول (1 ــ 9) نسبة اتجاهات الرياح السائدة لمحطة أرصاد طبرق
خلال فصول السنة للفترة من 1985 ــ 2007

اتجاهات الرياح	فصول السنة				المتوسط
	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	
شمالية	11.1	22.2	12.1	24.4	17.4
شمالية شرقية	0.0	2.2	0.0	2.2	1.1
شمالية غربية	15.5	48.8	88.8	46.6	49.9
غربية	13.3	0.0	0.0	0.0	3.3
جنوبية غربية	31.1	0.0	0.0	2.2	8.3
جنوبية	22.2	4.4	0.0	15.5	10.5
جنوبية شرقية	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
شرقية	6.6	22.2	0.0	8.8	9.5
سكون	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2

المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوي بيانات المناخ محطة أرصاد طبرق للفترة1985 – 2007 محطة أرصاد طبرق.

2 ــ1 ــ اتجاهات الرياح:

- **اتجاهات الرياح في فصل الشتاء:**

إن الرياح السائدة في فصل الشتاء هي الشمالية والشمالية الغربية والجنوبية والجنوبية الغربية، حيث تصل نسبتها 19.9%، وترجع سيادة الرياح الغربية إلى مرور الانخفاضات الجوية الشتوية من الغرب إلى الشرق فوق البحر المتوسط لذلك يعتبر هذا الفصل أكثر فصول السنة سقوطا للأمطار.

- **اتجاهات الرياح في فصل الربيع:**

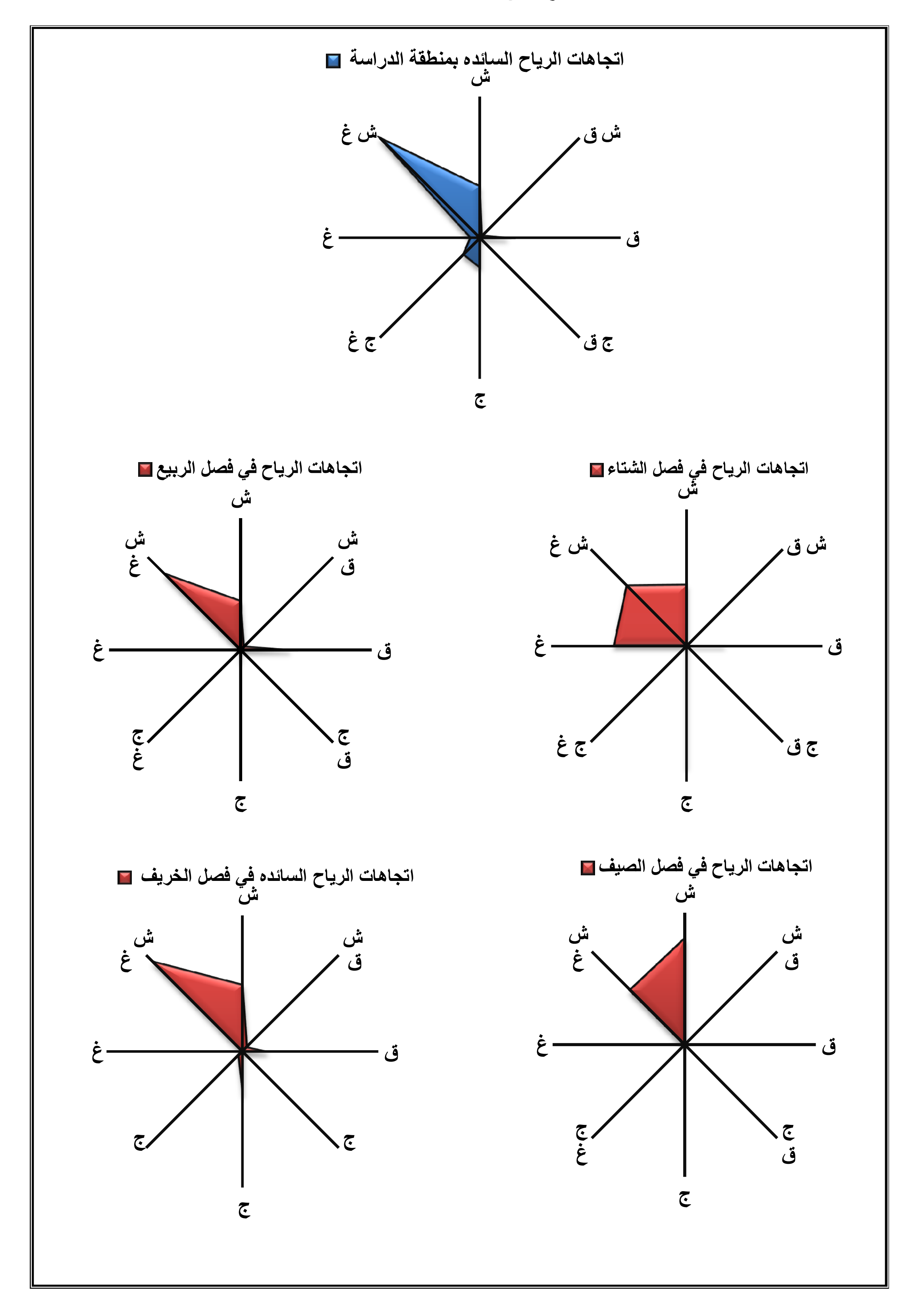
تسود في هذا الفصل الرياح الشمالية والشمالية الغربية والشرقية، وتصل نسبتها إلى حوالي 12.4%، ويرجع سيادتها في هذا الفصل إلى مرور الانخفاضات الربيع التي عادة ما تسقط أمطارا في هذا الفصل، كما تهب في أواخر هذه الفصل الرياح المحلية التي تسمى القبلي وهي عادة ما تكون حارة وجافة ومحملة بالأتربة.

- **اتجاهات الرياح في فصل الصيف :**

تسود في هذا الفصل الرياح الشمالية والشمالية الغربية وتصل نسبتها إلى حوالي 12.6%، ويرجع سيادة الرياح الشمالية والشمالية الغربية في هذا الفصل، إلى انحدار الضغط الجوي المرتفع على البحر المتوسط وجنوب أوروبا في الشمال، ومراكز الضغط المنخفض الممتدة في شمال شرق أفريقيا وغرب آسيا.

شكل (1 ــ 26) نسبة اتجاهات الرياح السائدة محطة أرصاد طبرق

للفترة من 1985 ــ 2007



- **اتجاهات الرياح في فصل الخريف :**

تسود في هذا الفصل الرياح الشمالية والشمالية الغربية والجنوبية والشرقية، وتصل نسبتها إلى حوالي 15.7 %.

أما من حيث السرعة فيمكن إعطاء صورة عن سرعة الرياح في منطقة الدراسة، فأرقام الجدول (1 ــ 10) و(شكل 1 ــ 27) تشير إلى أن متوسط سرعة الرياح للمنطقة في محطة أرصاد طبرق للفترة من 1985 ــ 2007، قد بلغ 9.15 م/ث ، ويلاحظ زيادة سرعة الرياح في شهر فبراير ويوليو وأغسطس، وربما يرجع ذلك إلى كثرة المنخفضات والكتل الهوائية التي تغزو منطقة البحر المتوسط، كما تنخفض سرعة الرياح في باقي شهور السنة وربما يرجع إلى حالة الاستقرار التي تمر بها المنطقة خلال هذه الفترة.

جدول (1 ــ 10) متوسط سرعة الرياح للفترة من 1985 ــ 2007

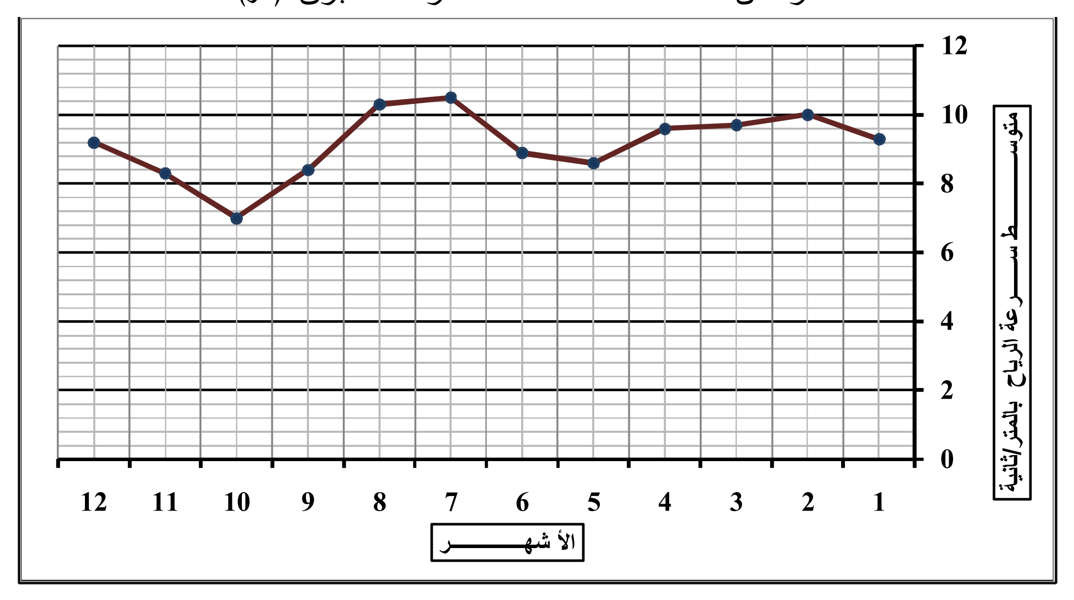
(محطة أرصاد طبرق) (متر/ ثانية)

الأشهر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط
طبرق	9.3	10.0	9.7	9.6	8.6	8.9	10.5	10.3	8.4	7.0	8.3	9.2	9.15

المصـــدر: المركز الوطني للأرصاد الجوي, بيانات المناخ للفترة 1985– 2007 محطة أرصاد طبرق .

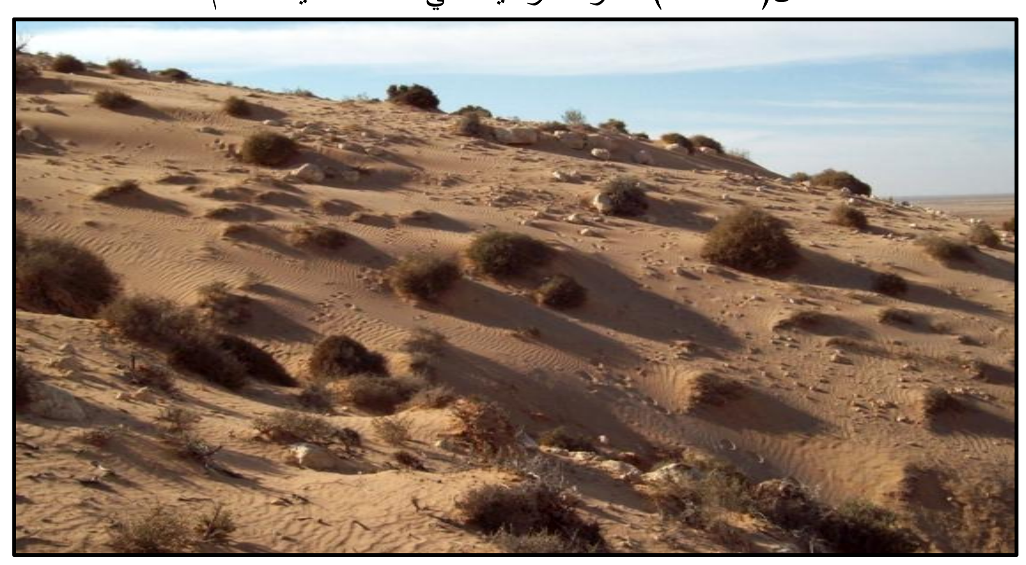
شكل (1 ــ 27) متوسط سرعة الرياح

للفترة من 1985 ــ 2007 محطة أرصاد طبرق (متر)



ويتوقف دور الرياح كعامل نحت على طبيعة الصخور فيما إذا كانت لينة أو صلبة، كما أن دور الرياح كعامل نقل وإرساب يظهر في أجزاء متفرقة من منطقة الدراسة وفي تشكيل بعض الظاهرات الجيومورفولوجية، إلا أن سرعة الرياح لم تصل إلى قوة كبيرة لتكوين أشكال ريحية كبيرة، وتمثلت في بعض الفرشات والغطاءات الرملية الصغيرة وبعض الكثبان الرملية الصاعدة التي تغطي بعض الحافات الجنوبية، وفي تشكيل بعض النباك التي تنتشر خلف النباتات الصغيرة في أجزاء متفرقة من منطقة الدراسة (شكل 1 ــ28 و1 ــ 29).

شكل(1 ــ 28) أشرطة رملية علي حافات سقيفة العدم



شكل (1 ــ 29) فرشات رملية تتخللها النباك

مابين منطقة القعرة وسقيفة الريفي



2 ـ2 ـ رياح القبلي :

يقصد برياح القبلي تلك الرياح المحلية التي يبدأ حدوثها في منتصف أو أواخر فصل الربيع وأوائل فصل الخريف، وتتميز بارتفاع درجة حرارتها وجفافها الشديد والتي غالبا ما تحمل معها كميات كبيرة من الأتربة وذلك لأنها آتيه من المناطق الجنوبية، ويستمر هبوب رياح القبلي من بضع ساعات إلى عدة أيام في المرة الواحد (خيري الصغير بولقمة، 1980، ص 30)، وتتحرك رياح القبلي باتجاه مقدمة الانخفاضات الجوية العابرة للبحر المتوسط من الغرب إلى الشرق، وبالتالي يتراوح اتجاهها مابين الجنوب الغربي والجنوب والجنوب الشرقي، وذلك حسب موقع المنخفضات الجوية ومساراتها، وتهب رياح القبلي على منطقة الدراسة في شكل موجات حر أوعلى شكل عواصف رملية، ويكون الجو عرضة للتغيرات وخاصة في درجات الحرارة والرطوبة (محمد نجيب عبد العظيم، 1996، ص401) وكمؤشر على نهاية رياح القبلي يتغير اتجاه الرياح من جنوبية غربية إلى غربية، ويحدث تناقص في درجات الحرارة، ويتغير اتجاه الرياح من غربية إلى شمالية غربية وشمالية.

3 ـ الأمطــــار :

تعتبر الأمطار من أهم العوامل الجيومورفولوجية التي تمارس نشاطها في تشكيل الظاهرات الجيومورفولوجية، مثل الأودية الجافة وما يرتبط بها من ظاهرات مثل المصاطب الرسوبية ونقط تغير الانحدار، والمطر من أهم مظاهر التساقط.

وللمطر تأثير فعال على جميع جوانب الحياة على سطح الأرض، وهناك عدة عوامل تتحكم في توزيع المطر بمنطقة الدراسة منها ما يتعلق بشكل الساحل ودرجة تعامده مع اتجاه الرياح، إضافة إلى الانخفاضات الجوية التي تؤثر بطريقة مباشرة في كميات الأمطار المتساقطة بمنطقة الدراسة (عبد العزيز طريح شرف، 1995، ص 116)، ويسقط المطر في المنطقة في منتصف شهر سبتمبر حتى مايو، ومعظم الأمطار من النوع الإعصاري الذي يرتبط بالمنخفضات الجوية الإعصارية التي يتركز حدوثها في فصل الشتاء، والنوع الثاني أمطار العواصف الرعدية التي ترتبط بالمنخفضات الربيعية والخريفية (حسن محمد الحديدي، 1986، ص83) .

وعادة ما تختلف الأمطار من سنة إلى أخرى سواء في الكمية أو التوزيع، كما تختلف كميتها من شهر إلى آخر خلال فصلي الخريف والشتاء، فنجدها تزداد كميتها في شهر يناير وأحيانا في شهر نوفمبر، ويرجع هذا الاختلاف إلى مسارات العواصف المطرية والانخفاضات الجوية التي تتغير زمنيا ومكانيا تبعا لتغير العوامل التي تؤثر في حركتها واتجاهاتها وعمقها(عبدالعزيز طريح شرف، 1958، ص300).

ومن الجدول(1 ــ 11) و(شكل1 ــ 30) الذي يبين المتوسطات الشهرية لكميات الأمطار في منطقة الدراسة، نلاحظ أن الأمطار تسقط بغزارة في الفترة الزمنية مابين شهر أكتوبر وشهر أبريل، أما بقية الأشهر وهي مايو ــ يونيو ــ يوليو ــ أغسطس، تكون بدون أمطار، أما أكثر الأشهر رطوبة فهي أشهر ديسمبر ويناير، كما أن المعدل السنوي لسقوط الأمطار في منطقة الدراسة يقدر حوالي 190.2 ملليمتر، وتقل كمية الأمطار المتساقطة إلى حد أدني حوالي (70 ملليمتر، كما في سنة 1999) في سنوات الجفاف، وتصل إلى حد أعلى حوالي (250 ملليمتر كما في سنة 1988 ــ 1997) في بعض السنوات الممطرة النادرة (محطة أرصاد طبرق، 1985 ــ 2007)، كما تتلقى المنطقة الساحلية أكبر كمية أمطار ساقطة، وربما يرجع السبب إلى تأثر المنطقة بالرياح الشمالية والشمالية الغربية المسببة لسقوط الأمطار وإلى تعرجات خط الساحل، حيث تهب عليه الرياح بزاوية شبه عمودية مما يؤدي إلى سقوط الأمطار بكميات كبيرة (مفيدة أبوعجيلة محمد، 2007، ص 116)، وغالبا ما تكون الأمطار الغزيرة قصيرة ومتفرقة ولا تغطي مساحات كبيرة (البحوث والدراسات عن 25 وادي، 1974، ص 10)، كما تقل الأمطار الساقطة بالاتجاه جنوبا حيث تصل كميات المطر السنوي إلى حوالي 18.4 ملليمتر في محطة جغبوب، ومن خلال التوزيع الشهري لكميات الأمطار يتبين أنها تتركز في فصل الشتاء وتتركز في أيام محدودة ومن الجدول (1 ــ 12) يتبين أن متوسط عدد الأيام الممطرة قد وصل إلى حوالي 35 يوما، وتتركز معظمها في فصل الشتاء في شهور ديسمبر ويناير وفبراير ويكون لمثل هذا التركيز الشديد في سقوط الأمطار دور في تشكيل بعض الظاهرات الجيومورفولوجية.

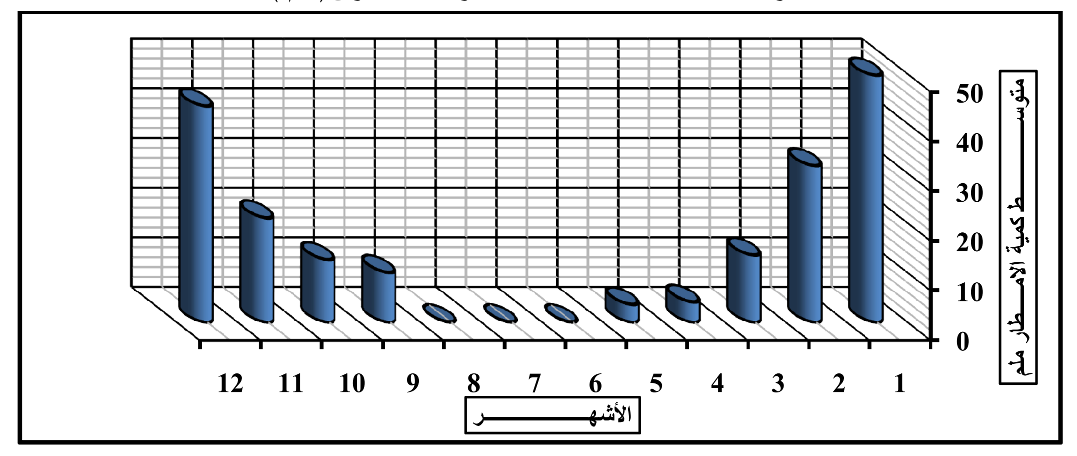
جدول (1 ــ 11) المتوسط الشهري لكمية الأمطار (بالمليمتر) من الفترة 1985 ــ 2007

المحطة	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المجموع
طبرق	**49.7**	**31.5**	**13.5**	**4.0**	**3.5**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**10.9**	**12.6**	**21.0**	**43.5**	**190.2**
جغبوب	**3.5**	**4.0**	**4.8**	**0.3**	**0.2**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.3**	**0.2**	**0.8**	**4.3**	**18.4**

***المصدر : المركز الوطني للأرصاد الجوي محطة أرصاد طبرق، ومحطة أرصاد جغبوب للفترة من 1985 – 2007**

شكل (1 ــ 30) المتوسط الشهري لكمية الأمطار من

الفترة 1985 ــ 2007 محطة أرصاد طبرق(ملم)



يعتبر عامل الأمطار من أهم العوامل وأكثرها تـأثيراً فـي تشكيل مظهر المنطقة الجيومورفولوجي حتى وقتنا الحاضر، حيث يتمثل الأثر المباشر للأمطار على أشكال السطح في فعل الفيضانات الغطائية والجداول والمسيلات المائية التي تؤدي إلـى الجريـان السـيلي، وتقوم بدورها كعامل نحت ونقل وإرساب، حيـث تظهـر آثـار المطـر بشـكل مباشـر على أسطح الطبقة الصخرية بشكل حفر وثقوب صغيرة Rain Pets يتراوح اتساعها مـابين 2 ــ 10 ملم، (شكل 1 ــ 31) ويتوقف حجم هذه الحفر على عدة عوامـل، أهمهـا طبيعـة الصخر وخصائصه الليثولوجية ومقدار كمية الأمطار الساقطة وحجم حبات الماء، كما تـؤثر الأمطار في تعديل أشكال السطح حيث تقوم بعمليات النحت والنقل والإرساب، وهـي تقـوم بجرف ما يصادفها من مفتتات والتي تساعد على شدة عملية النحت، كما تساهم الأمطار فـي التحليـل الكيميـائي للصـخور التي تتكـون منهـا المنطقـة وتشـكيل بعـض الظـاهرات الجيومورفولوجية الكارستية مثل الأسطح المضرسه والكهوف الجيرية التي تظهر على جوانب كثير من الأودية (شكل 1 ــ 31).

جدول (1 ــ 12) المتوسطات الفصلية لعدد الأيام الممطرة

وأكبر كمية أمطار هطلت في محطة أرصاد طبرق (ملم)

المتوسطات	فترة الرصد	فصـول السـنة				المعدل العام
		الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	
عدد الأيام الممطرة	1985- 2003	20	7	0.0	8	35
أكبر كمية أمطار هطلت (ملم)	1985- 2007	174	56.9	0.0	113.4	85.8
متوسط كمية الأمطار	1985- 2007	124.7	21	0.0	44.5	190.2

المصدر : المركز الوطني للأرصاد الجوي محطة أرصاد طبرق، للفترة من 1985 ــ 2007

شكل(1 ــ 31) حفر وثقوب صغيرة تظهر على
أحد المصاطب الصخرية بوادي الكيب



شكل (1 ــ 32) نقط تغير في الانحدار على روافد وادي بوخطيطة



4 ـ الرطــوبة النســبية :

تختلف معدلات الرطوبة النسبية بمنطقة الدراسة من مكان إلى آخر ومن وقت إلى آخــر، ومن خلال للجدول (1 ــ 13) و(شكل1 ــ 33) نلاحظ أن المعدل السنوي للرطوبة النســبية يبلغ حوالي 71.6% في محطة طبرق الساحلية، 50.4% فــي محطــة جغبــوب الداخليــة، ويلاحظ أيضا اختلاف توزيعات الرطوبة النسبية من شهر إلى آخر ومن فصل إلى آخر، وأن

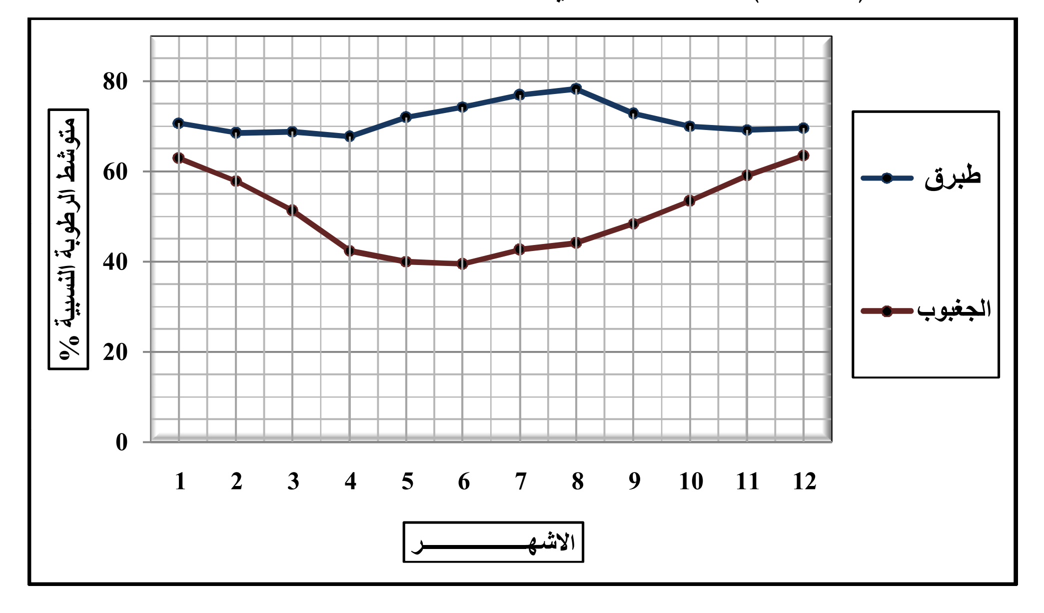
أعلى قيمة سجلت للرطوبة في هذه الفترة كانت في شهر أغسطس 1999، وصلت إلى حوالي 97%، وتتأثر معدلات الرطوبة بمجموعة من العوامل أهمها الرياح والحرارة والارتفاع والقرب من المسطحات المائية والنباتات الطبيعي (مفيدة أبوعجيلة، 2007، ص 202)، ونلاحظ ارتفاع معدلات الرطوبة النسبية في فصل الصيف وخاصة خلال شهور يونيو ــ يوليو ــ وأغسطس، ويبلغ المتوسط الفصلي للرطوبة حوالي 76.4% في محطة طبرق 42.0% في محطة جغبوب ولكن تنخفض الرطوبة النسبية في هذه الفصل كلما توغلنا في الداخل ناحية الجنوب حتى نصل إلى محطة جغبوب، وتبلغ نسبة الرطوبة حوالي 42.0%، ويرجع هذا الارتفاع في الرطوبة إلى ارتفاع درجات الحرارة خلال هذا الفصل مما ينشط من عمليات تبخر مياه البحر، كما تعمل الرياح الشمالية القادمة من البحر على زيادة نسبة الرطوبة إضافة إلى نشاط نسيم البحر والذي يبلغ قمتة خلال هذا الفصل، أما فصل الخريف فإن متوسط الرطوبة يبلغ حوالي 70 % في محطة طبرق، ويعتبر شهر سبتمبر أكثر شهور هذا الفصل في نسبة الرطوبة 53.6% في محطة جغبوب، أما خلال فصل الشتاء يبلغ متوسط الرطوبة النسبية حوالي 69% ويعد فصل الربيع أقل فصول السنة في نسبة الرطوبة، وتبلغ حوالي 69%، ويرجع السبب في انخفاض نسبة الرطوبة في هذا الفصل إلى تأثير رياح القبلي الحارة والجافة، والتي يكثر هبوبها خلال هذا الفصل على منطقة الدراسة، وتؤدي رياح القبلي عند هبوبها إلى هبوط سريع في رطوبة الهواء وتعمل على رفع درجات الحرارة (محمود علي المبروك، 2006، ص 52)، والجدير بالملاحظة أنه كلما ارتفعت نسبة الرطوبة في الهواء أدى ذلك إلى زيادة نشاط عمليات التجوية الكيميائية، أما انخفاضها فيعني انخفاض تلك العمليات مما يقلل من عمليات تفتيت الصخور بهذه الطريقة، كما نلاحظ أن الرطوبة النسبية تختلف من محطة إلى أخرى حيث نلاحظ ارتفاع الرطوبة في فصل الصيف على محطة طبرق في حين تنخفض في محطة جغبوب.

جدول (1 ــ 13) المتوسط الشهري لنسبة للرطوبة النسبية للفترة 1985 ــ 2007

المحطة	فصـــول السنـــة												المتوسط
	الشتــاء			الربيـــع			الصيــف			الخـــريف			
	12	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	
طبــرق	**69.6**	**70.7**	**68.5**	**68.8**	**67.7**	**72.0**	**74.3**	**76.9**	**78.2**	**72.8**	**70.0**	**69.2**	**71.6**
الجغبوب	**63.4**	**62.9**	**57.9**	**51.3**	**42.4**	**40.0**	**39.4**	**42.6**	**44.1**	**48.4**	**53.4**	**59.0**	**50.4**

المصــدر : المركز الوطني للأرصاد الجوي محطة أرصاد طبرق محطة أرصاد جغبوب بيانات المناخ للفترة 1985 ــ 2007 .

شكل (1 ــ 33) المتوسط الشهري للرطوبة النسبية للفترة 1985- 2007



5 ــ التبخـــر:

نظرا لسيادة المناخ شبه الجاف لذلك تتميز منطقة الدراسة بارتفاع نســبة التبخــر، ومــن دراسة الجدول (1 ــ 14) و (شكل1 ــ 34) يتبين أن المتوسط الشهري لكمية التبخــر يبلــغ حوالي 4.0 مم، ويلاحظ أن كمية التبخر تختلف من شهر إلى آخر، ويعتبر شهر أبريل أعلــى شهور السنة في كمية التبخر، وتبلغ حوالي 4.8 مم، أما أقل شهور السنة في التبخر فهو شهر يناير وتبلغ حوالي 3.5 مم، وتختلف المعدلات الفصلية للتبخر من فصل إلى آخر، ويبلغ أعلي معدل للتبخر في فصل الصيف حوالي 3.9 مم، ويرجع السبب إلى ارتفاع درجــات الحــرارة بهذا الفصل، أما فصل الشتاء فيعتبر أقل فصول السنة في كمية التبخر فيبلغ المتوســط العــام للتبخر حوالي 3.7 مم، ويرجع الانخفاض في كمية التبخر إلــى ارتفــاع الرطوبــة النســبية وانخفاض درجات الحرارة خلال هذا الفصل.

كما يعتبر فصلى الربيع والخريف من أعلى فصول السنة في كمية التبخر حيــث تبلــغ في فصل الربيع حوالي 4.3 مم، والخريف حــوالي 4.3 مــم، ويرجــع ذلــك إلــى كثــرة هبوب رياح القبلي التي تؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية مما يزيــد من عملية التبخر.

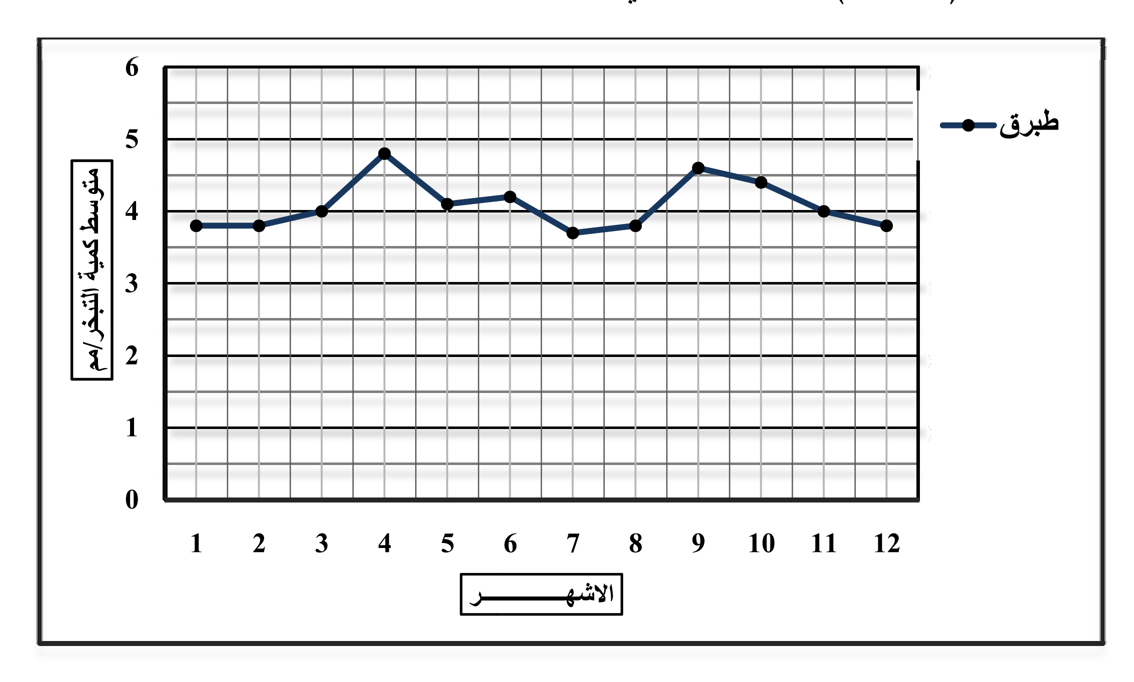
وتظهر آثار عملية التبخر على سطح منطقة الدراسة في تكوين أشــكال مــن التشــققات الطينية التي تظهر على سطح أرضية بعض منخفضات الغيطان والحلــق خاصــة الصــغيرة منها، إضافة إلى آثاره في تكوين القشرات الملحية والتي تظهر على سطوح السبخات خاصــة في فصل الصيف.

جدول (1 ــ 14) المتوسط الشهري لكمية التبخر للفترة من 1985 ــ 2007

المحطة	الشتاء			الربيع			الصيف			الخريف			المتوسط
	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
طبرق	3.8	3.8	3.8	4.0	4.8	4.1	4.2	3.7	3.8	4.6	4.4	4.0	4.0

المصدر : المركز الوطني للأرصاد الجوي محطة أرصاد طبرق بيانات المناخ للفترة 1985 ــ 2007 .

شكل (1 ــ 34) المتوسط الشهري لكمية التبخر للفترة من 1985 ــ 2007



رابعا : المــوارد المائيــة :

تتمثل الموارد المائية في منطقة الدراسة والتي يعتمد عليها في أغراض الري الزراعــي وسقي الحيوانات في مصدرين أساسيين، هما المياه السطحية والمياه الجوفية، وتعتبر الأمطار هي المصدر الرئيسي لهما، وفيما يلي دراسة لمصــادر الميــاه بمنطقــة الدراســة ووســائل الاستفادة **منها :**

1 ــ مصادر المياه السطحية :

تعتبر الأمطار هي المصدر الرئيسي للمياه العذبة في منطقة الدراسة والتي يبلغ معــدلها حوالي 190.2 ملم في السنة، ويتعرض الجزء الأكبر منها للتبخر والتسرب في باطن الأرض

والجزء الآخر يتمثل في الجريان السطحي في الأودية، والتي تنحدر نحو الشمال وتنتهي إما في منطقة السهل الساحلي أو تكمل مسيرتها لتصب في البحر المتوسط، ويبلغ عدد هذه الأودية 58 واديا، دون الاستفادة منها رغم أهميتها في الجريان السطحي (عبد الباسط مفتاح، 2004، ص، 126)، وتعد من ضمن المناطق المخطط لها في ليبيا لإنشاء السدود وحجز مياه الأمطار، ويقدر الجريان السطحي بحوالي 10 مليون م^{3} من المياه (البحوث والدراسات عن 25 وادي، 1974، ص2، 3)، وتقل كمية الجريان السطحي في المنطقة الجنوبية للهضبة عن المنطقة الشمالية، ويرجع ذلك إلى قلة الأمطار الساقطة على الأجزاء الجنوبية إضافة إلى كثرة الأودية التي تستقبل أكبر كميات الأمطار، ويتم الاستفادة من الجريان السطحي للأمطار **في** :

1ـ1 ـ خزانات المياه السطحية "الآبار والصهاريج" :

تعتبر الصهاريج الخرسانية (الماجن) والآبار الرومانية والعربية أهم مصدر مائي عذب يعتمد عليها كامل سكان منطقة الدراسة سواء في الشرب أو سقي الحيوانات أو ري المزروعات، حيث لا يوجد أي مصدر مائي عذب سوى هذه الكميات التي يتم تجميعها من خلال عمليات الجريان السطحي بعد سقوط الأمطار، ونظرا لأهميتها في توفير المياه العذبة نلاحظ نشاطا كبيرا في ترميم الآبار القديمة وإنشاء آبار وصهاريج جديدة سواء على مستوي الجهات العامة أو السكان، و نلاحظ في جميع التجمعات السكانية اهتماماً كبيرا بحفر الآبار الرومانية أو العربية والصهاريج الخرسانية بسعات مختلفة مابين 200 ـ 5000 م^{3} حتى أصبحت أحد المرافق الرئيسية لكل بيت (شكل 1ـ 35)، ويبلغ عدد الآبار والصهاريج حوالي 15000 بئر في مختلف أرجاء منطقة الدراسة بسعة تقدر حوالي 2.5 مليون م3، بالإضافة إلى حوالي 70 صهريجا "خزان" قامت الدولة بإنشائها بسعة إجمالية تقدر بحوالي 36000 م^{3} بالإضافة إلى خطة لتنفذ عدد 120 صهريجا خراسانيا جديدا على مستوى المنطقة نفذ منها حوالي 47 صهريجا تقريبا (اللجنة الشعبية العامة للزراعة والثروة الحيوانية والمائية، 2005 ـ 2006).

1 ـ 2 ـ السدود الترابية والحجرية :

إن عملية إقامة السدود خاصة الحجرية ليست بجديدة على منطقة الدراسة فهي تمارس منذ القدم خاصة في مجاري الأودية، ولقد زادت عملية إنشاء السدود الحجرية والترابية في الفترات الأخيرة نظرا لتوفر الإمكانيات، ولقد حققت هذه السدود نجاحا ملحوظا في مجال الحفاظ على التربة من الانجراف، والغرض الأساسي منه حجز أكبر كمية من مياه الأمطار من أجل ري المزروعات خلف السدود، والتي غالبا ما تكون أشجار فاكهة أو مزروعات بعلية أخرى، وغالبا ما تكون السدود قليلة الارتفاع ولا يتجاوز ارتفاعها 1.5 متر، وتقوم على المجاري المائية الواسعة والمناطق شبه المستوية مثل مناطق المنخفضات (السقايف)،

ومجارى الأودية (شكل 1 ــ 36)، ولقد بلغ عدد السدود في منطقة الدراسة حوالي 2583 سدا منها 1698 سدا ترابيا وحوالي 885 سدا حجريا، ويلاحظ بوضوح النتائج الكبيرة التي حققتها هذه السدود في الاستفادة من الجريان السطحي، وفي الحفاظ على التربة من الانجراف، وحماية الجريان السطحي من الفقد والضياع في البحر وفي تغذية المخزون الجوفي (اللجنة الشعبية العامة للزراعة والثروة الحيوانية والمائية 2006).

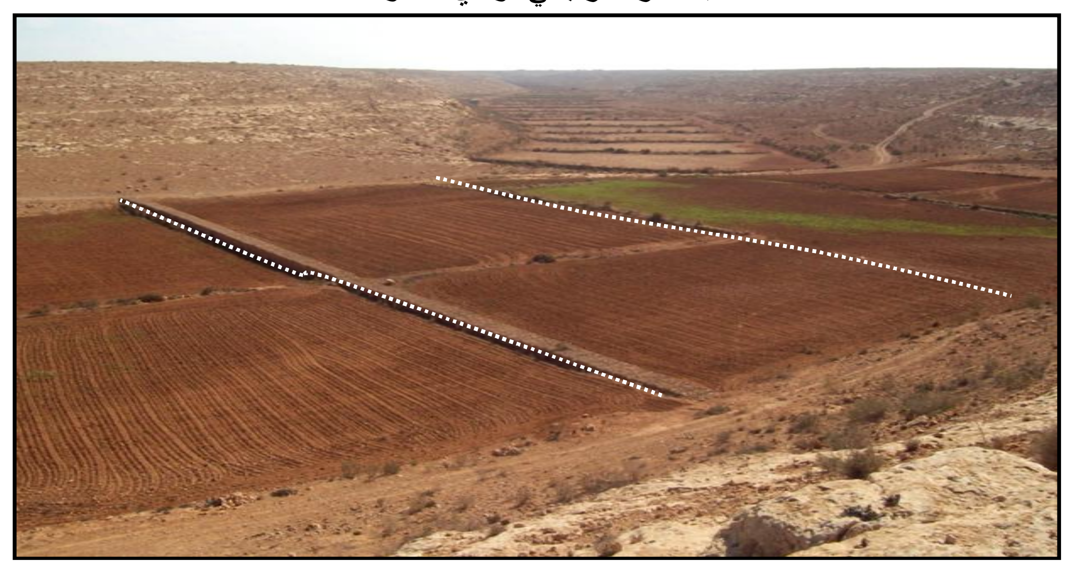
شكل (1 ــ 35) أحد الآبار الرومانية على

روافد وادي اشكربة بمنطقة العقيلة



شكل (1 ــ 36) سدود ترابية وحجرية

بالمجرة الرئيسي لوادي الحتوة



2 ــ المياه الجــوفية :

تعد المياه الجوفية من أهم مصادر المياه في المنطقة وهي تقع هيدرولوجيا ضمن حــوض الجبل الأخضر المائي، ويوجد هذا الخزان في تكوينات الجغبوب والفائدية (محمد على فضيل، الهادي مصطفي بولقمة، 1995، ص 213، 214)، وهو يشمل المنطقة الشمالية الشرقية مــن ليبيا شمال دائرة عرض 30° وتقــدر مســاحة بحــوالي 215000 كــم^2 (مكتــب العمــارة للاستشارات الهندسية، 2007، ص38)، وقد بلغ عدد الآبار الجوفية فــي منطقــة الدراســة حوالي 225 بئرا منها 137 بئرا تعمل وحوالي 88 بئرا عاطلا عن العمل وبأعماق تتراوح ما بين 86 إلى حوالي 217 متر فوق مستوى سطح البحر، رغم أن هناك عدة مشــاكل تواجــه استغلال المياه الجوفية بمنطقة الدراسة والتي تتمثل في ارتفاع نسبة ملوحتها بشكل كبير ممــا يعوق استغلالها في أي مجال من مجالات التنمية، إلا أن هناك نشاطا مستمرا في حفر هــذه الآبار وقد بلغت نسبة الملوحة مابين 10854 ــ 5033 جزء من المليون، وربما يرجع ارتفاع نسبة الملوحة إلى طبيعة التركيب الصخري للصخور الحاوية للمياه الجوفية.

أما النوع الثاني من الآبار الجوفية بالمنطقة فهو عبارة عن آبار ضحلة يطلق عليها اسم السواني، وهي عبارة عن آبار جوفية متوسط أعماقها مابين 2 ــ 8 أمتار تزيد وتنخفض عن هذا المعدل حسب بعدها عن ساحل البحر، وهي توجد في الصخور القريبة من الشاطئ وكذلك توجد في الرواسب الرملية، وتستغل مياه السواني كمصدر لمياه الشــرب وري المزروعــات المنتشرة في منطقة الوديان الساحلية حيث تشمل المناطق الساحلية الشمالية الشرقي من منطقة الدراسة أكبر نسبة زراعة مروية بالمنطقة، وقد بلغ عدد السواني حوالي 230 سانية بدرجــة ملوحة تتراوح مابين 1267 الي 4625 جزء من المليون، ونظرا للزيادة الكبيرة في حفر مثل هذه الآبار الضحلة وعمليات ضخ المياه منها بطريقة غير مدروسة، فهي تهدد هذا المصــادر المائي المحدود الإمكانيات حيث تسبب في زيادة الملوحة (اللجنة الشــعبية العامــة للزراعــة والثروة الحيوانية والمائي، 2007).

خامسا : التربة :

يعتبر الغطاء النباتي من العوامل التي تعكس جودة التربة، إذ كلما زادت الكثافــة النباتيــة كلما زادت قيمة التربة، كما أن عمق التربة يعتبر من العوامل الأساسية لتحديد صلاحية التربة (خالد رمضان بن محمود، 1995، ص 104، 105)، والتربة في منطقة الدراسة تكونت مــن

---

* **يطلق الأهالي علي الآبار الجوفية (الصوندا) وهي آبار حفرت آليا بعمق يتراوح من 80 الي 180 متر وبالرغم من حفر هذه الآبار إلا أن نسبة الملوحة فيها مرتفع جدا ويمكن أن تكون ناتجة عن ذوبان المحتوى الكلسي في تكوينات الحجر الجيري.**

الموارد التي جلبتها الانجرافات المائية، وهي تظهر على أصناف متعددة ولكــن تتشــابه فــي خواصها الفيزيائية والكيميائية الأساسية، وعامة تكون خفيفة رمليــة طينيــة ضــعيفة (أمانــة الزراعة تطوير مشروعات الأودية الثلاثة في منطقة طبرق، 1974، ص19، 22)، تصــنف على أنها قلوية مالحة وشديدة الملوحة، طفليه التركيب، ضعيفة فــي احتوائهــا علــى المــواد العضوية، ترتفع فيها نسبة كربونات الكالسيوم قليلة الخصوبة، ويرجــع ذلــك إلــى طبيعــة التركيب الكيميائي للتربة وإلى عامل الجفاف وإلى قلة الغطاء النباتي، أما اللون الســائد فهــو يتدرج بين البني والأسمر والأصفر (خالد رمضان بن محمــود، وعــدنان رشــيد الجنــدلي، 1984، ص، 212) ويمكن تقسيم التربة في منطقة الدراسة حسب صفاتها وصفات مكوناتهــا إلى **الآتي :**

1 ـ التربة الكلسية الجافة:

وهي تربة بنية جافة ضعيفة في إنتاجيتها الزراعية لانخفاض خصوبتها نتيجة ضآلة المواد العضوية، وهي تربة رسوبية منقولة تجمعت في المنخفضات الطولية التي يطلق عليها الأهالي اسم السقايف، وتتميز تربتها بأنها ضحلة القطاع تنتشر فيها الحصى والأحجار على ســطحها، وهي ضعيفة البناء بصفة عامة صلبة التماسك أثناء جفافها، وأهم ما تتميز به هو قدرتها علــى الاحتفاظ بالماء.

بالإضافة إلى تربة الأودية المنتشرة على طول الشريط الساحلي، وهــي تربــة كربونيــة كولوفيالية تكون من المواد التي جلبتها مياة السيول، وهي تربة وأراضى ذات سطح مســتوي، تصلح لزراعة جميع المحاصيل الزراعية وتحتاج إلى القليل من الخدمة والمعالجة الزراعيــة (اللجنة الشعبية العامة للزراعة والثروة الحيوانية والمائية، 2005).

2 ـ التربة الصحراوية :

تنتشر هذه التربة في الأطراف الجنوبية من منطقة الدراسة، وتتميز هذه التربة عن تربــة المناطق الساحلية في كثير من خصائص وعوامل تكوينها، وهــي لا تعــد تربــة بمفهومهــا التقليدي، وتتميز بانخفاض قدرتها في الحفاظ على الرطوبة وفقرها للعناصر الغذائية، وقوامها بين الرملي والطيني، تكونت بفعل الرواسب الريحية الهوائية والقارية وهي حديثــة التكــوين (الهيئة الاستشارية لتنمية الموارد المائية، 1976، ص 54،60) .

عدا ذلك تعد باقي الأراضي المتمثلة في المرتفعات أراضي حجرية تكســوها طبقــة مــن التربة رقيقة جدا شديدة التحجر لايتجاوز سمكها حوالي20 سم، وفي بعض الأماكن أقــل مــن ذلك بكثير.

سادسا : النبات الطبيعي :

يعتبر النبات الطبيعي صورة منعكسة لنوع التربة والمناخ وطبوغرافية المكان، غير أن المناخ والتربة هما العاملان الرئيسيان في تحديد نوع النبات الطبيعي في المنطقة، وإن كان هناك أثر بسيط للاختلاف في المظاهر التضاريسية، والعامل البشري المتمثل في الأنشطة الزراعية بمختلف أنواعها وأشكالها (محمود على المبروك، 2006، ص 64)، ونظرا لوقوع المنطقة في النطاق شبه الجاف فإنها تتميز بفقر نباتها الطبيعي، حيث إن كمية الأمطار المتساقطة التي تبلغ حوالي 190.2 ملم لا تكفي إلا لنمو حشائش من نوع الاستبس القاري الصحراوي الفقير، وأغلبها عبارة عن نباتات حولية سريعة الزوال وتوجد في تجمعات متفرقة، مع وجود بعض الشجيرات وخاصة القزمية منها في كثير من المواقع وهي دائمة الخضرة متكيفة مع المناخ شبه الجاف مما جعلها تمتاز بنموها المتباعد مثل (المثنان ـــ القطف ـــ الرمث ـــ الحلبلب ـــ الحلاب ـــ الطرفة)، كما تنمو في المنطقة أنواع من الحشائش والأعشاب التي تظهر مع موسم سقوط الأمطار ثم تختفي مع موسم الجفاف، ولهذا فإن كمية الغطاء النباتي تزداد في فصل الربيع حيث تتغطي الأرض ببعض النباتات الحولية بعد سقوط الأمطار، وتختفي مع موسم الصيف تاركة وراءها ما تنتجه من بذور انتظارا للشتاء القادم لتعيد دورة حياتها القصيرة، نذكر منها (القميلة ـــ الخبيز ـــ العليق ـــ العنصل) (سالم الزوم، 1984، ص 130،132).

ورغم افتقار منطقة الدراسة للغطاء النباتي الكثيف بشكل عام، إلا أنها تشمل حوالي 60 فصيلة وهي تشكل ثلث مجموع الفصائل النباتية المنتشرة في ليبيا و يندرج تحتها حوالي 200 جنس ينتمي إليها حوالي 294 نوعا من أنواع النباتات الطبيعية (مدينة سالم الشاعري، 2002، ص 19،26)، هذا التنوع في أنواع النباتات يرجع إلى اتساع رقعة مساحة المنطقة المدروسة.

وتستغل أغلب النباتات في الرعي، كما توجد بعض الأعشاب الحولية التي يمكن الاستفادة منها في الأغراض الطبية مثل الشيح والقميلة والقزاح والدغموس والخبيز والزعتر.

وتكون النباتات الحولية حوالي 50% من جملة الغطاء النباتي، ويعد الشريط الساحلي هو أكثر المناطق كثافة بالغطاء النباتي، فكثافة الغطاء النباتي تتناقص كلما اتجهنا جنوبا، ويرجع ذلك لقلة كمية الأمطار وإلى انخفاض خصوبة التربة وعدم وفرة المياه خاصة في المناطق التي تكون فيها المياه جوفية بعيدة عن السطح، ويوضح الجدول (1 ـــ 15) و(1 ـــ 16) والاشكال (1 ـــ 37 إلى 1 ـــ 44) أهم أنواع النباتات الموجودة في المنطقة.

جدول (1 ــ 15) أهم النباتات الطبيعية في منطقة الدراسة

الرقم	نوع النبات	ارتفاع النبات/ متر	الاسم العلمي
1	السدر	2.0 – 0.30	**Zizphuslotus (L) lam**
2	قطف	2.0 – 0.50	**Atrplex halimusl**
3	المثنان	2.50 - 0.20	**Thymelaeahirsuta(L) Endl**
4	الطرفا	5.0 – 0.50	**Tamarixa phyla(L) karst**
5	الديس	0.75 – 0.20	**Juncus maritmimus Lam**
6	العوسج	0.2.0 – 0.20	**Lycium Europaeuml**
7	الرمث	0.30	**Hammada scoparia**
8	حلبلب	1.50	**Euphordia Dendroides.L.**
9	الزهيرة	0.75	**Phlomis floccose**
10	الزيتة	0.50	**Helianthe Mugetulumpomel**
11	الشفشاف	0.50	**Suaeda Vemiculataforsk**
12	الحجنة	4.0	**Arundo Donaxl**
13	العنصل	0.75	**Asphodelius Miorocarpus Salzm**
14	الروبيا	0.40	**Marrubium Alyssonl**
15	القزاح	0.25	**Pituranthos Toitusus (desf)**
16	العجرم	0.20	**Anabasis Articulata (forsk)**
17	الشيح	0.25	**Artemisia Herda_Asso**
18	الرتم	0.30	**Retama Raetm (forsk)**
19	القرضاب	0.20	**Polygoum Eguse Tiformissibth**
20	الصريف	0.30	**Tragaum Nudatum**
21	الشبرق	0.50	**Sarcoptari Umspinosum Spach**

جدول (1 ــ 16) بعض الأعشاب الحولية في بالمنطقة

الرقم	أسم النباتات	ارتفاع النبات/ متر	الاسم العلمي
1	الخبيز	0.40	Molva Sylvestris (L)
2	النحيلة	0.15	Cynodn Dactylon (L)
3	القميلة	0.10	Chamomilla (Oesf) Nlavi
4	القحوان	0.75	Chrg Samth Emum Carinatum
5	العليق	0.50	Convolalus Arvensis (L)
6	الدغموس	0.50	Caralluma (Guss) N_BR
7	الزعتر	0.25	Thymus Copitaus (L) Hoffm
8	الخفور	1.0	Avena Starlisl
9	المرير	0.20	Centaura Alexan Delile

المصــدر:1 ــ سالم محمد الزوم ،1995، ص 119، 132 .

2 ــ مدينة سالم الشاعري، 2002.

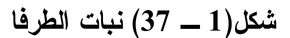
3 ــ اللجنة الشعبية العامة للزراعة والثروة الحيوانية ، قسم وقاية النبات أمانة الزراعة طبرق، 2009.

4 ــ لطفي بولس ، 1970.

5 ــ فرج محمد المقصبي،2001.

6 ــ الدراسة الميدانية 11 / 2009 ــ 1 / 2010.

صــور لبعض النباتات الطبيعية فــي منطقة الدراســة*


شكل(1 ــ 37) نبات الطرفا



شكل (1 ــ 38) نبات المثنان



* تصوير الباحث ، 20 - 29 / 11/ 2009 ــــ 5 - 9 / 1 /2010



شكل (1 ــ 39) نبات الحلبلب

شكل (1 ــ 40) نبات الزهيرة

شكل (1 ــ 41) نبات القطف

شكل (1 ــ 42) نبات العوسج

شكل (1 ــ 43) نبات الديس

شكل (1 ــ 44) نبات الرمث

* تصوير الباحث ، 20 - 29 / 11/ 2009 ــ 5 - 9 / 1 /2010

سابعا : السكان والأنشطة الاقتصادية:

يعد السكان والأنشطة الاقتصادية التي يمارسونها من العوامل المؤثر على طبيعة المنطقة، لذا سنتناول السكان من حيث توزيعهم وأنشطتهم الاقتصادية التي تؤثر على جيومورفولوجية المنطقة مثل النشاط الزراعي والرعوي والصناعي وهي على النحو **التالي:**

1 ـ السكان:

1 ـ 1ـ النمو السكاني:

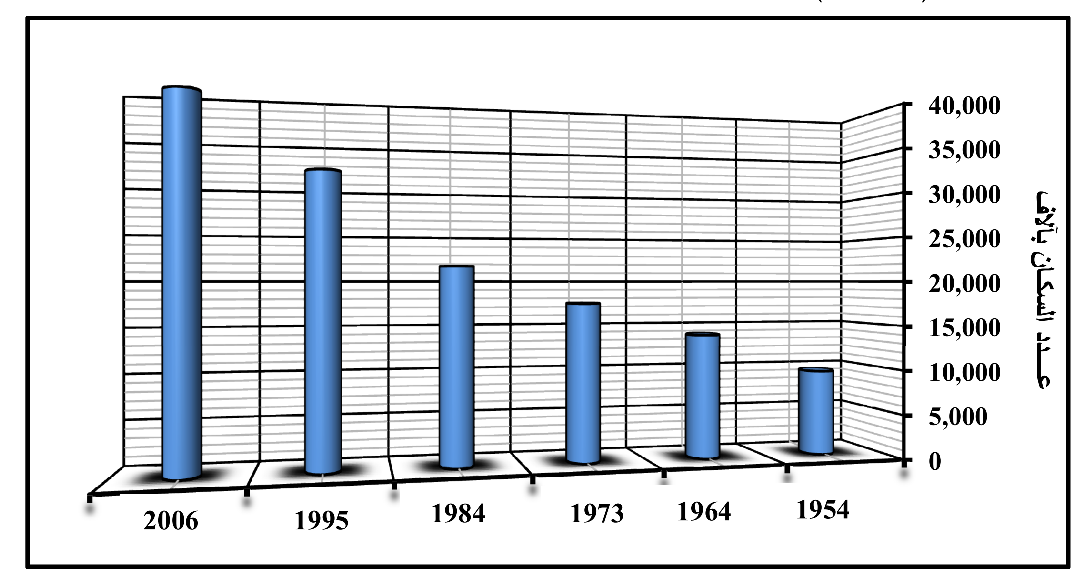
شهدت منطقة الدراسة تطورا ملحوظا خلال العقود الماضية في عدد السكان، وفي أول تعداد رسمي لليبيا في سنة 1954 كان عدد سكان منطقة الدراسة قد بلغ 9623 نسمه أي ما يعادل 48.3% من سكان إقليم البطنان، وفي تعداد سنة 1964 بلغ عدد السكان 13953 نسمة، بزيادة سنوية بلغت 432 نسمة وبمعدل نمو سنوي يبلغ 4.4%، أما حسب تعداد 1973 كان عدد السكان قد وصل إلى 17561 نسمة بزيادة كلية تبلغ 3609 نسمة عن التعداد السابق عام 1964 بزيادة سنوية قدرها 401 نسمة وبمعدل نمو يبلغ 2.8، ورغم انخفاض هذا المعدل عن نظيره في التعدادات السابقة، إلا أن هذه الفترة شهدت ليبيا تغيرا في الأوضاع السياسية التي ترتب عليه تطور في المجالات الاقتصادية والاجتماعية في أعقاب استثمار عوائد النفط، ولهذا السبب شهدت منطقة الدراسة كغيرها من المناطق الليبية ارتفاعاً في مستوى المعيشة ، وتحسناً في مستوى الخدمات الصحية (عادل إدريس فتح الله، 2009، ص 69 71،) وفي تعداد 1984 وصل عدد السكان إلى 21632 نسمة، أما حسب تعداد 1995 كان عدد السكان قد وصل إلى 31617 نسمة، وارتفع عدد سكان المنطقة حسب آخر تعداد سنة 2006 ووصل إلى 39578 نسمه، ويوضح الجدول (1 ــ 17) و(شكل1 ــ 45) النمو السكاني لمنطقة الدراسة للفترة من 1954 ــ 2006.

جدول (1 ــ 17) النمو السكاني للفترة من 1954 ــ 2006

السنوات	عدد السكان	الزيادة		معدل النمو السنوي
		الكلية	السنوية	
1954	9623	—	—	——
1964	13952	4329	432	4.4
1973	17561	3609	401	2.8
1984	21632	4017	365	2.0
1995	31617	9985	907	4.1
2006	39578	7961	699	2.2

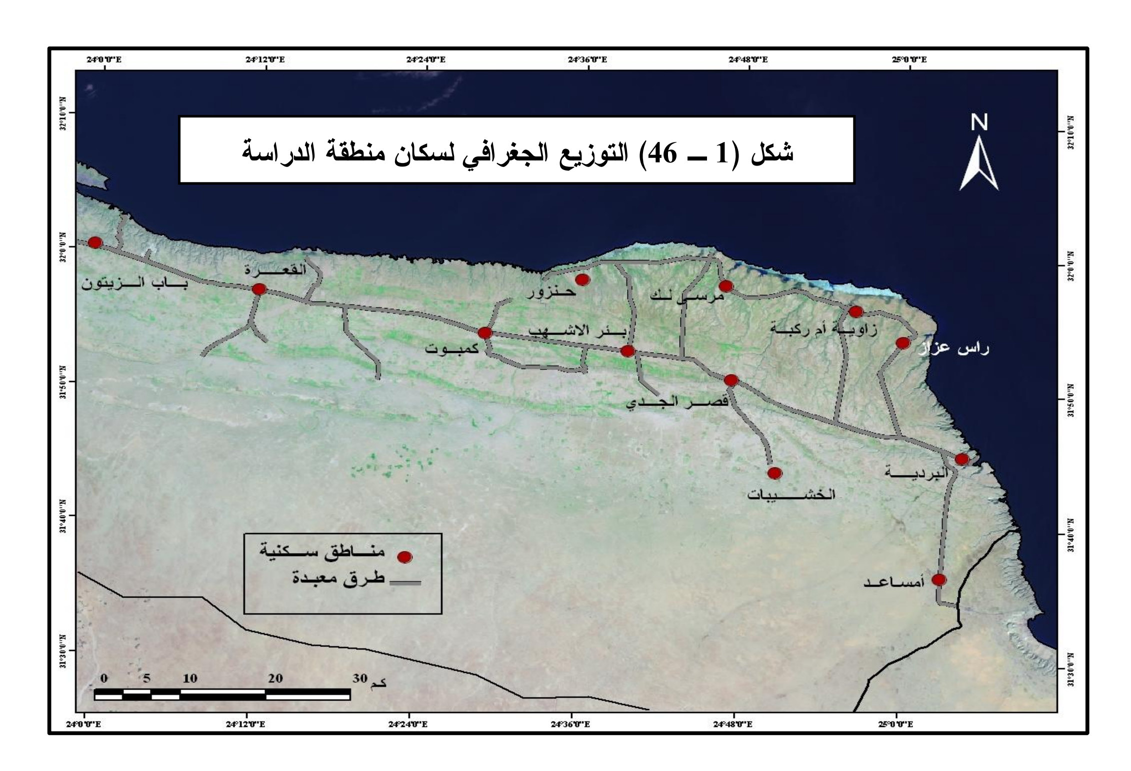
المصدر: التعدادات العامة لسكان ليبيا في السنوات (54 ــ 64 ــ 73 ــ 84 ــ 1995) والنتائج الأولية لتعداد (2006).

شكل (1 ــ 45) تطور عدد السكان بمنطقة الدراسة للفترة من 1954 ــ 2006



1 ــ 2 ــ التوزيع الجغرافي لسكان منطقة الدراسة:

تمتد أغلب المراكز الحضرية بمنطقة الدراسة على هيئة شريط طولي مع امتداد الطريق الساحلي، وتفصل بينها مسافات متفاوتة لاتتعدى في الغالب 20 كم، وتضم أحد عشر مركزا حضريا وهي من الشرق إلى الغرب (إمساعد ــ البردية ــ رأس عزاز ــ الساحل " أم ركبة" ــ مرسى دفنه " جنزور ومرسى لك" ــ قصر الجدي ــ بئر الأشهب ــ كمبوت ــ القعرة ــ باب الزيتون) (شكل1 ــ 46)، وإن أكثر من 18.2% من سكان المنطقة يتمركزون في مدينة إمساعد الحدودية، نظرا لتركز الأنشطة الإدارية والاقتصادية والخدمات بها، ولموقعها على الحدود الشرقية ليبيا مع جمهورية مصر العربية، تأتي بعدها محلة بئر الأشهب بنسبة 16.3%، أما بقية المحلات فيتوزعون بها السكان بنسب تتراوح مابين 14.3% بمحلة كمبوت 2.9% بمحلة مرسى دفنه، ويوضح الجدول(1 ــ 18) و (شكل1 ــ 47) توزيع السكان بمنطقة الدراسة حسب المحلات لتعداد 2006.



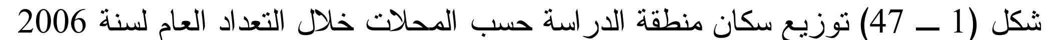
شكل (1 ــ 46) التوزيع الجغرافي لسكان منطقة الدراسة

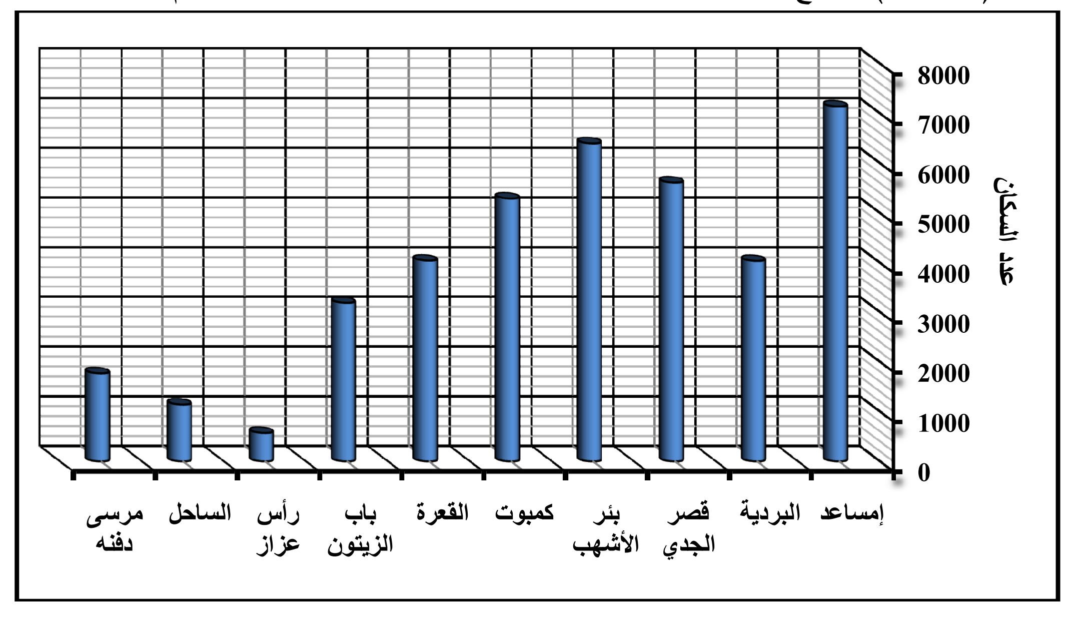
جدول (1 ــ 18) إجمالي سكان منطقة الدراسة

حسب المحلات خلال التعداد العام لسنة 2006

الرقم	المحلات	عدد السكان	جملة السكان%
1	إمساعد	7139	%18.2
2	البردية	4039	%10.3
3	قصر الجدي	5613	%14.3
4	بئر الأشهب	6399	%16.3
5	كمبوت	5292	%13.5
6	القعرة	4045	%10.3
7	باب الزيتون	3187	%8.1
8	رأس عزاز	573	%1.4
9	الساحل "أم ركبة"	1143	%2.9
10	مرسى دفنه	1770	%4.5
11	الغرابات	378	0.95
ــــ	الإجمالي	39578	%100

المصدر : الهيئة العامة للمعلومات والاتصالات، قطاع الإحصاء والتعدادات، النتائج الأولية لتعداد (2006) شعبية البطنان.


شكل (1 ــ 47) توزيع سكان منطقة الدراسة حسب المحلات خلال التعداد العام لسنة 2006



2 ــ الأنشطة الاقتصادية:

تعد الأنشطة البشرية بمختلفة أنواعها انعكاسا للعوامل الطبيعية التي تعتبـر المحـددة لأي نشاط بشري، وتتمثل أهم الأنشطة البشرية بمنطقة الدراسة في **الآتي:**

2 ــ 1 ــ النشاط الزراعــي:

تعد الزراعة من أهم الأنشطة الرئيسية التي تمـارس فـي معظـم منطقـة للدراسـة، وهي ترتبط بعوامل تساهم في تحديدها أهمها كمية الأمطار وجودة ونوعيـة التربـة، حيـث نلاحظ أن الزراعة بكافة أشكالها بمنطقة الدراسة تعتمد اعتمادا كليـا علـى النظـام البعلـي، حيث بلغت نسبة الأراضي الزراعة التي تعتمد علـى النظـام البعلـي حـوالي 96% مـن جملة الأراضي القابلة للزراعة في حين شكلت الأراضي التي تعتمد علـى النظـام المـروي مانسبة 4% من إجمالي الأراضي القابلة للزراعة (الهيئة العامة للمعلومات، قطاع الإحصـاء النتائج الأولية لتعداد 2006).

ويتمثل النوع الأول من الأراضي الزراعية بالمنطقة في أغلب بطون الأودية المنتشـرة على طول ساحل منطقة الدراسة خاصة في مصباتها الدنيا، وتقدر مساحة الأراضي الزراعية في هذه المناطق بحوالي 35 كم^2، ويعتبر النشاط الزراعي في هذه المناطق مكثفا، وتزرع فيه بعض المحاصيل تأتي في مقدمتها محاصيل الخضروات بكافة أشكالها، وأشجار الفواكه مثـل التين والعنب والرمان والزيتون واللوز والنخيل، إضافة إلى زراعة القمح والشعير، ولقد طور السكان هذه الأراضي الزراعية بتسويتها وإقامة السدود الترابية والحجرية لحفظ أكبر قدر من

مياه الأمطار لري المزروعات التي عادة ماتكون أشجار فواكه(شكل 1 ــ 48) والحفاظ على التربة من التعرية، إضافة إلى إنشاء الآبار الرومانية والعربية التي تنتشر على أغلب روافد الأودية.

أما النوع الثاني من الزراعة فيتمثل في أراضي المنخفضات " السقايف والغيطان والحلق والأظهر*"، والتي تقدر مساحتها بحوالي613.5 كم^2، وتستغل أغلب هذه الأراضي في الزراعات البعلية التي تعتمد اعتمادا كليا على كمية الأمطار الساقطة سنويا، مثل زراعة الشعير والقمح وبعض الخضروات مثل الشمام والبطيخ وبعض البقوليات.

رغم توفر هذه المساحات القابلة للزراعة، إلا أن حجم الاستفادة منها يتوقف على مدى توفر كميات الأمطار التي تسقط سنويا، حيث نلاحظ أن مساحات كبيرة من هذه الأراضي تزرع سنويا ثم تفشل عملية زراعتها نظرا لعدم توفر كمية أمطار، وبالتالي تصبح الأراضي بدون غطاء نباتي وهي عرضة لعمليات التعرية (شكل1 ـــ 49)، كما أن التوسع في استصلاح الأراضي الزراعية دائما يكون على حساب أراضي المراعي الطبيعية الذي يؤدي بدوره إلى إزالة الغطاء النباتي الطبيعي، ويوضح الشكل (1 ــ 50) توزيع الأراضي الزراعية بمنطقة الدراسة.

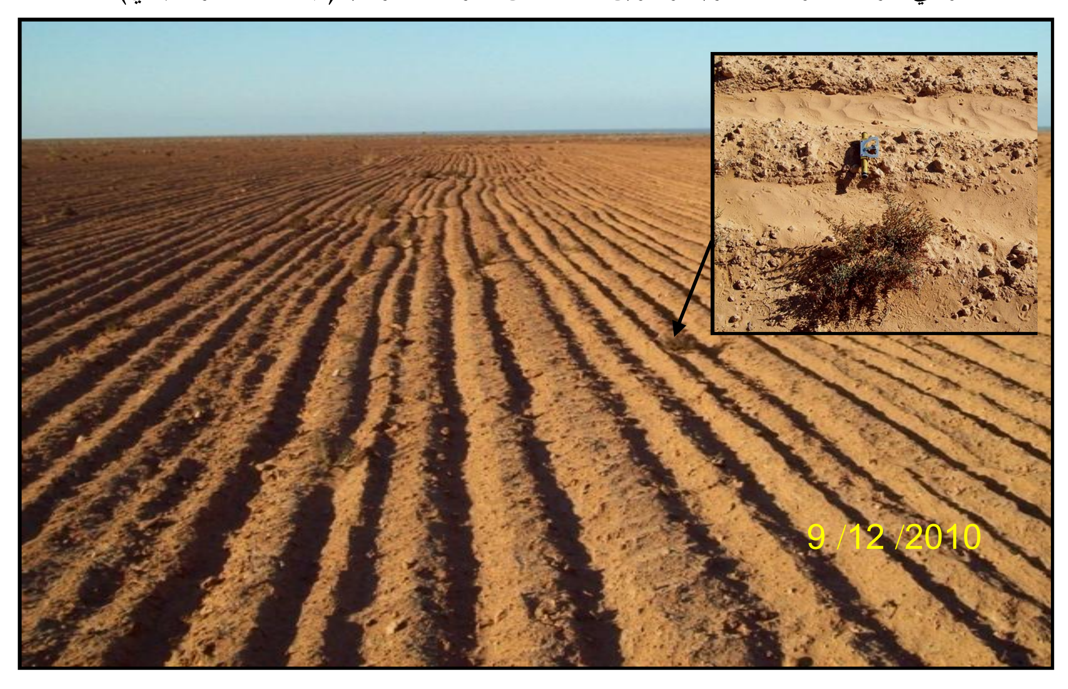
شكل (1 ــ 48) أنشاء السدود على مصبات الأودية

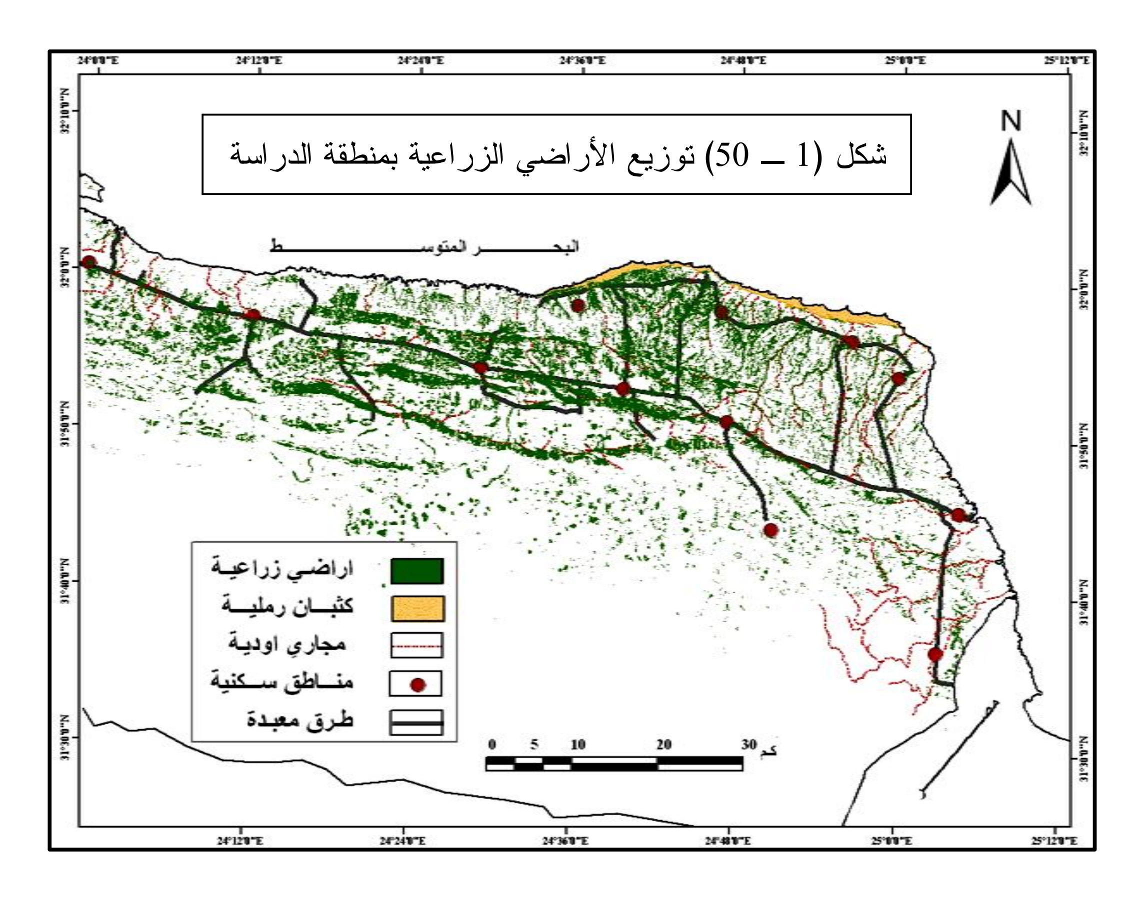
للحفاظ على المياه لري المزروعات



* الأظهر : مفردها ظهر، يطلق السكان على الأراضي المستوية على سطح الهضبة والتي تصلح للزراعة بعد تسويتها وإزالة الغطاء النباتي الطبيعي اسم ظهر.

شكل (1 ــ 49) أحد الأراضي بعد زراعتها وفشل المحصول، لاحظ خلو الأرض من أي نوع من الزراعات وهي عرضة لعوامل التعرية وتكوين أشكال من الفرشات الرملية(بمنطقة قصر الجدي)





شكل (1 ــ 50) توزيع الأراضي الزراعية بمنطقة الدراسة

2 ـ 3 ـ النشاط الصناعي:

تعتبر المحاجر والكسارات من أهم الأنشطة الاقتصادية بمنطقة الدراسة التي تقوم على استغلال الموارد الطبيعية من الطبقات الصخرية، ونتيجة للطفرة العمرانية التي شاهدتها مدينة طبرق خلال السنوات الماضية زاد الطلب على إنشاء مثل هذه الصناعات، حيث بلغ عدد المحاجر والكسارات بمنطقة الدراسة إلى حوالي 8 محاجر لجرش الأحجار وإنتاج مادة الشرشور تركزت 7 محاجر منها بمنطقة باب الزيتون نتيجة لتوفر المادة الخام وقربها من طرق المواصلات وسوق الاستهلاك المحلية (المؤسسة الوطنية للتعدين، مكتب طبرق، 2009)، ونتيجة لعدم اتباع الطرق العلمية في استغلال هذه الموارد الطبيعية من الطبقات_الصخرية وعملية استخراجها، تظهر آثارها السلبية بشكل واضح من خلال اكتساحها للغطاء النباتي والتربة معا، إضافة إلى آثار الغبار والأتربة الذي يمتد إلى مسافات بعيدة تؤدي إلى تلوث البيئة المحيطة، كما أن توقف بعض المحاجر عن العمل أو انتقالها إلى منطقة أخرى تظهر آثارها التدميرية واضحة وذلك من خلال ترك المخلفات وإنشاء الحفر الكبيرة الناتجة عن عملية استخراج الطبقات الصخرية (شكل 1 ــ 51 و1 ــ 52).

شكل(1 ــ 51) مخلفات أحد الكسارات بمنطقة باب الزيتون



صورة (1 ــ 52) إحدى الحفر الكبيرة التي خلفها أحد المحاجر بمنطقة باب الزيتون



الخلاصـــة:

من العرض السابق للخصائص الجغرافية لمنطقة الدراسة يتضح **الأتي:**

- من دراسة الخريطة المورفولوجية لمنطقة الدراسة، تعتبر الحافات وما يرتبط بها من أشكال جيومورفولوجية وشبكات تصريف الأودية والمنخفضات والمنطقة الساحلية وما يظهر عليها من أشكال مثل الجروف البحرية والرؤوس والخلجان البحرية والكثبان الرملية والسبخات والنباك والمراوح الفيضية من أهم الملامح المورفولوجية التي تتميز بها منطقة الدراسة.
- من دراسة الخصائص الجيولوجية للمنطقة، تتراوح أعمار التكوينات الجيولوجيةوالتي يغلب عليها الصخورالجيرية مابين الزمن الثالث إلى الزمن الرابع الحديث، وتمثلت تكوينات الزمن الثالث في تكوين الخويمات العضو السفلي الذي يتكون من الأحجار الجيرية والدولوميتية والطفلة، وتكوين الفائدية الذي يتكون من الحجر الجيري الطباشيري الغني بالحفريات مع طبقات من الطين والحجر الجيري المارلي، وتكوين الجغبوب الذي يتكون من طبقات من الحجر الجيري الرملي والحجر الجيري الطباشيري الغني بالحفريات، وإرسابات الزمن الرابع متمثلة في تكوين اجدابيا (الكالكارنيت) والرواسب المائية والهوائية ورواسب السبخات والكثبان الرملية.
- تأثرت منطقة الدراسة بمجموعة من الصدوع وأغلبها من النوع العادي، وهي متدرجة على شكل سلمي وذات اتجاهات وأطوال مختلفة، إلا أن الاتجاه السائد هو شرق ــ غرب وجنوب شرق ــ شمال غرب، بالإضافة إلى وجود العديد من الفواصل والشقوق الصخرية التي تنتشر داخل وخارج الكتل الصخرية، وتتراوح أطوالها مابين 50 سم إلى حوالي 30 متر، كما أن الاتجاهات السائدة للشقوق والفواصل يتطابق نوعاً ما مع اتجاهات الصدوع.
- اتضح من دراسة المناخ الحالي أن المنطقة تقع ضمن المناخ الجاف وشبه الجاف، حيث تسقط عليها كميات من الأمطار يقدر متوسطها السنوي بحوالي 190.2 ملم، وتتسم بالتذبذب وعدم الانتظام من سنة إلى أخري، كما ترتفع معدلات التبخر الشهرية والسنوية كثيراً، وتتقارب فيها درجات الحرارة على مدار السنة، كما ترتفع نسبة الرطوبة معظم شهور السنة وهذا بدوره يعكس تأثير المناخ الحالي على العمليات الجيومورفولوجية السائدة في المنطقة.
- تتمثل مصادر المياه بمنطقة الدراسة في مصدرين هما، المياه السطحية والمياه الجوفية وأساليب استغلالها من حفر آبار جوفية وإقامة السدود الحجرية والترابية.

- يختلف النبات الطبيعي باختلاف المناخ والشكل التضاريسي، حيث نلاحظ أن قيعان الأودية والمناطق الساحلية هي أكثر المناطق كثافة في الغطاء النباتي، وتتمثل أنواع النباتات الطبيعية في نبات الطرفا والمثنان والرمث والقطف والحلبلب والزيتة، والأعشاب الحولية الأكثر أنشارا في المنطقة.
- من خلال دراسة سكان المنطقة البالغ عددهم 39578 نسمة حسب تعداد 2006، نلاحظ أن سكان المنطقة يتوزعون على احد عشر مركز حضريا على هيئة شريط طولي يمتد مع امتداد الطريق الساحلي بمسافات لاتتجاوز 20 كم، ويتراوح تمركز السكان في هذه المناطق مابين 18.2% بمدينة إمساعد 0.95% بمحلة الغرابات جنوب منطقة بئر الأشهب، وتعد الزراعة من أهم الأنشطة الرئيسية التي تمارس في معظم منطقة للدراسة، وترتبط بعوامل تساهم في تحديدها أهمها كمية الأمطار وجودة ونوعية التربة، كما تعتمد الزراعة بكافة أشكالها كليا على النظام البعلي، حيث بلغت نسبة الأراضي الزراعة التي تعتمد على النظام البعلي حوالي 96%.
- تعد المحاجر والكسارات من أهم الأنشطة الاقتصادية التي تقوم على استغلال الموارد الطبيعية من الطبقات الصخرية، ونتيجة لعدم أتباع الطرق العلمية في استغلال هذه الموارد الطبيعية واستخراجها تظهر آثارها السلبية من خلال اكتساحها للغطاء النباتي والتربة وأثار الغبار والاتربه.
- من دراسة الخصائص الجغرافية لمنطقة الدراسة، والتي تعد من أهم الركائز التي تعتمد عليها الدراسة الجيومورفولوجية، يلاحظ أن جميع الظاهرات الجيومورفولوجية هي نتيجة التفاعل بين عمليات التجوية والتعرية والخصائص اللثيولوجية للصخور، وبناء عليه سيتم دراسة تأثيرها كعوامل نحت ونقل وإرساب، وفي تكوين أشكال جيومورفولوجية سيتم دراستها في الفصول التالية.

الفصـــــل الثاني

الظاهرات الجيومورفولوجية الساحلية

مقـــدمة

أولا : الخصائص العامة لخــط الساحل.

ثانيا : العــوامل المؤثرة في تشكيل الساحل.

ثالثا : الأشكال الناتجة عــن النحت البحــري

رابعا : الأشكال الناتجة عــن الترسيب البحــري

خامسا : الظاهرات الناتجة عــن التغير فـــي مستوي سطح البحــر

الفصل الثاني
الظاهرات الجيومورفولوجية الساحلية

مقــدمة:

المنطقة الساحلية هي تلك المنطقة التي تلتقي عندها مياه البحر باليــابس، ويظهــر عليهــا نشاط الأمواج والتيارات البحرية والمد والجزر كعوامل نحت ونقل وإرســاب (فتحــي عبــد العزيز ابوراضي، 2006، ص 303، 305)، ويمتد ساحل منطقة الدراسة من مصب وادي أم الشاوش في الغرب إلى بئر الرملة في الشرق عند الحدود الغربية لجمهورية مصر العربيــة، ويتميز بوجود العديد من الأشكال الجيومورفولوجية الساحلية، مثل الرؤوس والخلجان، إضافة إلى الظاهرات الجيومورفولوجية الرئيســية مثــل الجــروف والكثبــان الرمليــة الســاحلية (شكل 2 ــ 1)، والتي سيتم دراستها جيومورفولوجيا ومورفومتريا ومعرفــة العوامــل التــي ساهمت في نشأتها وتطورها.

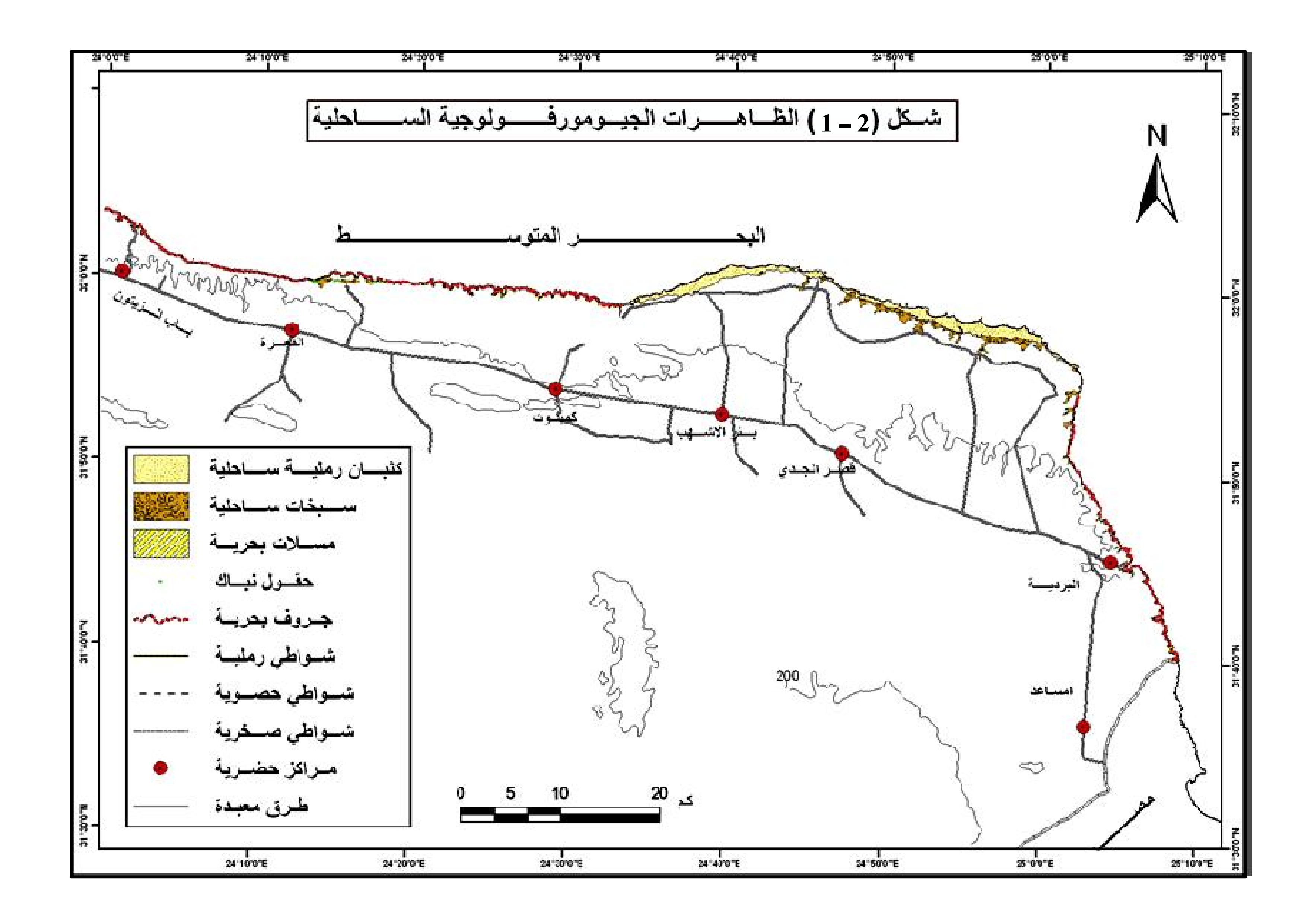
أولا ــ الخصائص العامة لخط الساحل:

يمتد خط الساحل بمنطقة الدراسة من مصب وادي أم الشاوش في الغرب إلى بئــر الرملــة في الشرق عند الحدود الغربية لجمهورية مصر العربية، بطول يقــدر بحــوالي 205 كــم بنسبة 10.8% من جملة الساحل الليبي (1900 كم) ويأخذ خط الساحل في منطقــة الدراســة الاتجاه الجنوبي الشرقي من مصب وادي أم الشاوش إلى مصب وادي الزيتون لمسافة حوالي 10.3 كم بنسبة 5.2 %، ثم يستقيم خط الساحل في الاتجاه نحو الشرق حتــى مصــب وادي السهل الشرقي لمسافة حوالي 74.3 كم بنسبة 36.2 %، بعد ذلك يتجه نحو الشمال الشــرقي إلى منطقة جنزور لمسافة حوالي 15.8 كم بنسبة 5.2 %، ثم يأخذ الاتجاه مرة أخري نحــو الشرق في جنزور لمسافة حوالي 10.6 كم بنسبة 7.7 %، ثم ناحية الجنوب الشرقي لمســافة حوالي 34 كم بنسبة 16.6 %، في منطقة رأس عزاز، حيث تكثر في هذه المنطقــة الكثبــان الرملية والسبخات والنباك، ويتجه بعد ذلك نحو الجنوب عند مصب وادي الشقة لمسافة حوالي 19.6 كم بنسبة 9.6 %، وبعدها يتجة نحو الجنوب الشرقي عند بئر الرملة قرب الحدود مــع جمهورية مصر العربية لمسافة 40.3 كم بنسبة 19.7 %.

ويتسم خط الساحل بكثرة التعاريج ويشرف بشكل مباشر في أغلب الأماكن علــى ميــاه البحر بشكل حافات وجروف بحرية يتباين انحدارها من منطقة إلى أخري (فتحي احمد الهرام، 1997، ص35)، فتكون درجة الانحدار في منطقة باب الزيتون 75°، وفي منطقــة البــردي 90° وفي مناطق أخري يكون حوالي 35°درجة.

---

[*] تم حساب طول خط الساحل من المرئية الفضائية ETM 2002 بأستخدم برنامج ERDAS IMAGINE 9.1 وبرنامج Google Earth Pro.



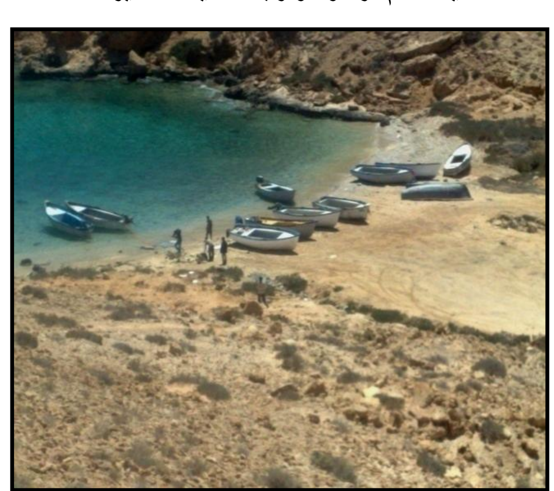
شكل (2 – 1) الظاهرات الجيومورفولوجية الساحلية
N
البحر المتوسط
باب الزيتون
كمبوت
بئر الأشهب
قصر الجدي
البردية
امساعد
200
كثبان رملية ساحلية
سبخات ساحلية
مسيلات بحرية
حقول نباك
جروف بحرية
شواطئ رملية
شواطئ حصوية
شواطئ صخرية
مراكز حضرية
طرق معبدة
0 5 10 20 كم

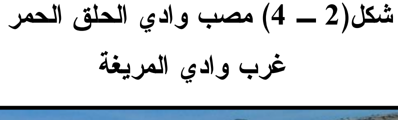
كما يتسم خط الساحل بوجود العديد من الرؤوس الصخرية كالجروف الجانبية والنتوءات البحرية التي تتوغل في البحر، إضافة إلى كثرة الخلجان البحرية التي تمثلها مصبات الأودية، ومن أهمها خليج البردي بوادي الجرفان، ووادي مرسى لك، ووادي الزيتون، ووادي أم الشاوش(شكل 2- 2) ووادي رأس بياض، إضافة إلى أغلب مصابات الأودية التي تصلح كمرافئ لرسو القوارب الصغيرة (شكل 2 ــ 3 و2 ــ 4)، ويعتبر خليج البردي هو أهمها وأكبرها وتبلغ اتساع فتحته حوالي 900 م وطوله 1.7 كم، إضافة إلى وجود بعض المسلات البحرية الصغيرة التي تنتشر في مواجهة بعض الرؤوس والتي كانت جزءاً منها في فترات سابقة.

شكل (2 ــ 2) خليج وادي أم الشاوش



شكل (2 ــ 3) مصب وادي الفرنة غرب وادي رزق يستخدم لرسو قوارب الصيد الصغيرة





شكل(2 ــ 4) مصب وادي الحلق الحمر غرب وادي المريغة



ثانيا ــ العــوامل المؤثرة في تشكيل خط الساحل بمنطقة الدراسة:

تتعدد العوامل البحرية المؤثرة في خط الساحل بمنطقة الدراسة وتتمثل في **الآتي:**

1 ــ الأمواج البحــرية: Waves

للأمواج أهمية في تشكيل الظاهرات الجيومورفولوجية الساحلية المختلفة، وترتبط حركتها تبعاً لسرعة الرياح وطول الفترة الزمنية التي تهب فيها، حيث كلما زادت سرعة الرياح ساعد ذلك على ارتفاع الأمواج وتكون أمواج كبيرة تتجة مع اتجاه هبوب الرياح.

ويتعرض البحر المتوسط الذي تطل عليه المنطقة لهبوب أنواع من الرياح مختلفة السرعة نتيجة لاختلاف الضغط الجوي وإلى مرور الانخفاضات الجوية التي تسيطر عليها في فترات مختلفة مما ينتج عنه هبوب رياح أهمها الرياح الشمالية والشمالية الغربية، التى تؤدى إلى رفع منسوب الأمواج، ومن خلال جدول (1 ــ 9) الذي يبين سرعة الرياح (بالفصل الأول)، فمن المتوقع أن يزيد ارتفاع الأمواج عن 2.5 متر في بعض الفترات خاصة في فصل الشتاء، ولتحديد دور تأثير الأمواج على الساحل وتكوين ظاهرات جيومورفولوجية من عمليات النحت والإرساب قام الطالب بزيارات ميدانية لبعض المواقع الساحلية في المنطقة، حيث اتضح أن أعلى ارتفاع للأمواج يصل إلى حوالي 2.5 متر خاصة في مناطق الجروف البحرية، وخاصة عندما تكون الرياح شمالية وشمالية غربية، وأقل ارتفاع وصلت الأمواج كان حوالي 0.25 متر في فصل الصيف إضافة إلى أن أغلب فترات الأمواج تكون قصيرة، ونلاحظ اختلاف ارتفاع الأمواج على طول الساحل، ويرجع هذا الاختلاف إلى شكل الساحل الذي يأخذ اتجاهات مابين شرق ــ غرب و شمال شرق ــ جنوب غرب، بالإضافة إلى عمق المياه الشاطئية التي تختلف من مكان إلى آخر وتتراوح مابين 2 ــ 8 متر عند أقدام الجروف البحرية.

1 ــ 1ــ سرعة الأمواج البحرية: Waves Velocity

سرعة الأمواج هي توالى وصول قمتها بمكان ما، حيث يبــدو للنــاظر أن كتلــة الميــاه تتحرك كلها بنفس السرعة نحو جهة معينة (حسن ســيدا حمــد ابــوالعنين، 1989، ص239، 243)، وإن انتقال كتلة الموجه من مكان لآخر في فترة زمنية معينة تحددها ســرعة انتقــال الموجه، ولعامل الرياح التأثير بشكل مباشر على هذه السرعة، فاستمرار هبوب الرياح يجعل سطح الموجه يتعرض لقوة دفع فتصبح سرعتها عند القمة أكثر من سرعتها عند القاع (محمــد صبري محسوب، 1991، ص 17)، وتتعرض المنطقة لهبوب الريــاح الشــمالية والشــمالية الغربية التي تؤثر بشكل كبير على الساحل، ونلاحظ وجود اختلافات واضــحة فــي ســرعة الأمواج على ساحل منطقة الدراسة من فصل إلى آخر، ففي فصل الشــتاء تتــراوح ســرعة

الأمواج مابين 20 ــ 35 كم/ساعة، أما في فصل الصيف تقل سرعة الأمواج وتتناقص بشكل واضح وتتراوح مابين 12 ــ 25 كم/ساعة، لذلك فإن تأثير الأمواج علــى جيومورفولوجيــة خط الساحل بمنطقة الدراسة يزداد بفصل الشتاء ؛ نتيجة لزيــادة ســرعة الأمــواج وقوتهــا وارتطامها بصخور الجروف البحرية التي تؤدي إلى تفتيتها وتراجعها.

كما أن لعمق المياه الشاطئية وطول الموجة وسرعتها علاقة وثيقة، فعندما تقترب الأمــواج من مياه أقل عمقا من طولها وسرعتها عادة ما تتكسر وتنقص من سرعتها بشكل كبير، لــذلك نلاحظ أن الجزء الغربي من منطقة الدراسة في المنطقة الممتدة من مصب وادي أم الشــاوش حتى مصب وادي السهل الشرقي هو أكثر أجزاء خط الساحل تعرضا لعمليات النحت ؛ نتيجــة لعمق المياه الشاطئية التي تتراوح مابين 2 ــ 8 متر أمام الجروف البحرية ومواجهتها للرياح وتعامد أغلب الأمواج عليها، أما الجزء الممتد من مصب وادي السهل الشرقي حتى مصــب وادي الملاحة فهو أقل أجزاء خط الساحل تعرضاً لعمليات النحت ؛ وذلك نتيجة لضحالة المياه الشاطئية التي يتراوح عمقها مابين 2 ــ 5 متر والتي تؤدي بــدورها إلــى تكســر الأمــواج وتنقص من سرعتها وقوتها.

1 ــ 2 ــ طاقة الأمواج البحرية:

طاقة الأمواج هي القوة الكامنة داخلها والتي يكون لها دور أساسي في تشــكيل صــخور الساحل وهي تمثل وزن كتلة المياه المكونة لجسم الموجة، فكلما زادت كتلة المياه، كلما زادت طاقتها وتضاعف أثرها على صخور الساحل(الهادي مصــطفي بولقمــة، ومحمــد الأعــور، 1993، ص، 78، 82) وتختلف طاقة الأمواج من مكان إلى لآخر علــى طــول قطاعــات الشاطئ ويرجع ذلك إلى **مايلي:**

- **شكل الساحل:** حيث تزداد طاقة الأمواج على الرؤوس والنتوئات الصخرية وتقل داخــل الخلجان.
- **اتجاه الأمواج وارتفاعها :** كلما كانت الأمواج عمودية على خط الســاحل كلمــا زادت طاقتها.
- **عمق المياه الشاطئية:** حيت تقل قوة الأمواج كلما كانت المياه الشاطئية ضحلة ؛ نتيجــة لتكسرها وذلك لأن سرعتها وطولها ينقصان أما ارتفاعها فيزداد ويصبح عمق الميــاه أقل من ارتفاع الموجة فتتحطم وتنقص وتتكسر (فتحي عبد العزيز ابوراضــي، 1998، ص 440، 446).

ويتعرض ساحل منطقة الدراسة للعديد من الأمواج، وعلى ذلك فإن بعض مواقع الســاحل يكثر فيها النحت والتقويض السفلي وتكثر فيه الفجوات نتيجة لعمق المياه الشــاطئية، وتتعامــد

الأمواج عليها كما في مناطق الجروف البحرية بمنطقة باب الزيتون والبردية، بينما في مناطق أخري يقل فيها النحت ويكثر فيها الإرساب نتيجة لضحالة المياه الشاطئية، كما في منطقة مرسي لك وزاوية أم ركبة ورأس عزاز وفي أغلب مصبات الأودية التي تكوّن الخلجان.

1 ـ 3 ـ فعل الأمواج:

هو مدى قوة ضغط مياه الأمواج على صخور المنطقة الساحلية بفعل الكتلة المائية المندفعة التي تؤدي إلى تشقق وتفتت الصخور خاصة عندما تكثر الشقوق والفواصل والفجوات في صخور المنطقة الشاطئية، فعندما ترتطم مياه الأمواج بالصخور ينضغط الهواء المحتبس في تلك الفجوات وبتكرار عملية الضغط وتمدد الهواء يؤدي ذلك إلى تشقق الصخور وتفتيتها (صلاح الدين بحيرى، 1998، ص 304 ، 312).

ونظرا لأن الصخور الجيرية هي التي تشكل الجروف الساحلية، يظهر أثر فعل الأمواج على صخور الشاطئ في العديد من الجروف البحرية التي تكثر فيها الشقوق والفواصل والفجوات، حيث يظهر فعل الامواج خاصة في جروف منطقة باب الزيتون وجروف منطقة البردية (شكل 2 ــ 5)،

كما أن لفعل الإذابة دور في تحلل بعض صخور الشاطئ، ويقصد به ذوبان وتحلل بعض مكونات الصخور بمياه البحر، وتعد الأحجار الجيرية التي تغطي منطقة الدراسة أكثر أنواع الصخور القابلة للتحلل خاصة عندما تزداد نسبة ثاني أكسيد الكربون (أحمد قريرة أحمد، 2006، ص، 96، 97)

شكل (2 ــ 5) آثار فعل الأمواج على الجروف البحرية بمنطقة باب الزيتون



2 ـ المـد والجـزر: Tides: High - Low

المد والجزر هو ارتفاع وانخفاض منسوب سطح البحر نتيجة لجاذبية القمـر والشـمس ودوران الأرض حول نفسها، ويكون على شكل تتابع يومي منتظم تتكرر فيه هذه العملية مرة كل يوم أو مرتين واكثر ، ويعرف أعلى ارتفاع يبلغه سطح البحر بالمد العالي (المـدالربيعي) بينما أدنى انخفاض يعرف بالجزر، ولهذه الحركات أهمية فـي جيومورفولوجيـة المنـاطق الساحلية لكونها تؤدى إلى حدوث تغيرات في مستوى سطح البحر على طول امتداد السـاحل في تتابع غمر وحسر محدود على طول الساحل (يوسف عبدالمجيـد فايـد، محمـد صـبري محسوب،2001، ص113).

ويعتبر البحر المتوسط من أقل البحار تأثراً بالمد والجزر الذي يصل متوسطها إلى حوالي نصف متر(عبد العزيز طريح شرف، 1993، ص 194)، ومـن خـلال دراسـة الجـدول (2 ــ 1) الذي يبين مستوي المد والجزر على ساحل منطقة الدراسة نلاحظ **الآتي:**

جدول (2 ــ 1) قياسات مستوي المد والجزر (متر)

الرقم	المنطقة	أقصي مستوي للمد	أقصي مستوي للجزر	الفارق المدي	متوسط المد	متوسط الجزر
1	ميناء طبرق البحري	0.70	− 0.20	0.90	0.35	− 0.15
2	شاطئ العقيلة	0.70	− 0.20	0.90	0.35	− 0.15
3	مرفأ جنزور للصيد البحري	0.63	− 0.15	0.78	0.30	− 0.12
4	شاطئ أم ركبة	0.60	− 0.14	0.74	0.30	− 0.10
5	مرفأ البردية للصيد البحري	0.60	− 0.12	0.72	0.30	− 0.10

المصدر : أعداد الباحث اعتمادا على: 1 ــ http://www.almadwaaljazer.com/af/libya/bardiyah.

2 ــ http://www.almadwaaljazer.com/af/libya/tubruq.

3 ــ قراءات المد والجزر بميناء طبرق البحري ومرفأ البردية للصيد البحري.

- أن أقصى مستوي للمد على ساحل منطقة الدراسة يتراوح مابين 0.60 ــ 0.70 متر، في حين سجلت أقصي مستوي للجزر مابين 0.20 ــ 0.12 متر تحت سطح البحر، وتراوحت قيم الفارق المدي بينهما مابين 0.72 ــ 0.90 متر، وتراوح متوسـط المـد 0.35 متـر، والجزر 0.12 متر، وأن ارتفاع المد يزداد كلما اتجهنا نحو الغرب من منطقة الدراسة.
- يعد ساحل منطقة الدراسة من ضمن السواحل قليلة المد التي لم يتجاوز فيها المـد المتـر الواحد ، وأن تأثر ساحل المنطقة بالمد يكون ضعيفا، وبالتالي فإن جيومورفولوجية المنطقة الساحلية لا تتأثر كثيراً بعمليتي المد والجزر إلا في بعـض المنـاطق التـي تظهـر بهـا الشواطئ الرملية المستوية، كشواطئ منطقة العقيلة وجنزور وزاوية أم ركبه ورأس عزاز، وبعض الشواطئ الرملية في مصبات الأودية التي تكون الخلجان، حيـث يتضـح مـدى

تأثيره على الشاطئ في قذف بقايا النباتات البحرية على جزء من الساحل لاتتعــدي 4.50 متر من خط الشاطئ.

3 ــ التيارات البحرية: Currents

هي عبارة عن مسارات منتظمة للمياه السطحية للبحار والمحيطات، تنتقل فيها من مكــان إلي آخر بطريقة مشابهه لحركة مياه الأنهار(حسن سيد احمد ابــوالعنين، 1989، ص 289، 290)، وتنشأ التيارات البحرية نتيجة لعدة عوامل **أهمها:** هبوب الرياح التــي تــدفع الميــاه السطحية في اتجاه هبوبها محدثة تيارات سطحية تتفق في اتجاهاتها مع الدورة العامة للريــاح، وإلى الاختلاف في كثافة المياه من مكان إلى آخر والتي تتوقف على كل من درجة الحــرارة والملوحة (فتحي عبد العزيز ابوراضي، 1998، ص 451 ،452)، إضافة إلى دوران الأرض حول نفسها وأشكال السواحل التي تمر بها (عبد العزيز طريح شرف، 1995، ص 196).

وتختلف التيارات البحرية بالبحر المتوسط عن التيارات البحرية في المحيطــات، وتتحــرك التيارات البحرية في البحر المتوسط نتيجة لعدة عوامل أهمها: ارتفاع درجة الملوحــة نتيجــة لارتفاع نسبة التبخر وارتفاع درجة حرارة المياه مقارنة بمياه المحيطات، ومن تتبــع حركــة التيارات البحرية بالبحر المتوسط نلاحظ أن اتجاهات ومسارات التيارات البحرية عند دخولها البحر المتوسط تتمثل في تيارات متجهة نحو الشرق بمحاذاة السواحل الشمالية للقارة الإفريقية بعمق يتراوح مابين 50 ــ 100 متر(عبد العزيز طريح شرف، 1995، ص208، 211).

يبدأ الاتجاه العام للتيارات البحرية في البحر المتوسط ويكون نحــو الشــرق ابتــداء مــن سواحل المغرب مروراً بسواحل الجزائر ثم تونس ثم سواحل ليبيا مروراً بمنطقــة الدراســة، وأثناء دخول التيارات السطحية المنطقة الساحلية تحدث دوامات مائية بسبب شكل الساحل قبل أن تأخذ الاتجاه نحو الشرق مرورا بسواحل مصر ثم بلاد الشام وبعدها تنحرف نحو الشــمال ثم نحو الغرب مرورا بسواحل جنوب أوروبا إلى أن تخرج من مضيق جبل طــارق وتكمــل دورة التيارات السطحية بالبحر المتوسط.

إن لهذه التيارات البحرية السطحية دور في تشكيل ســاحل منطقــة الدراســة، لأن هــذه التيارات تمر وتلامس مباشرة خط الساحل وتعمل على نقل المفتتات وبعض الأعشاب البحرية وتقوم بعمليات إرسابها على بعض أجزاء من الساحل، مما يؤدي إلى تغير شكل السواحل التي تمر بها، كما تبين من خلال الدراسة الميدانية أن بعض من أجزاء الساحل توجد فيها كميــات كبيرة من الرمال والنباتات والأعشاب البحريــة المنقولــة، وأن هــذه الرواســب والنباتــات والأعشاب جلبتها مياه التيارات البحرية من أماكن نموها وتكاثرها إلى أماكن ترسيبها بعد مــا قامت الأمواج بنقلها إلى المنطقة الشاطئية في كل من منطقة العقيلة و جنزور ومرســى لــك وزاوية أم ركبة ورأس عزاز وأغلب مصبات الأودية (شكل 2 ــ 6).

شكل (2 ــ 6) آثار التيارات البحرية وحركة الأمواج في إرساب المفتتات
و قذف بقايا النباتات البحرية بمنطقة أم ركبة



ثالثا ــ الأشكال الناتجة عن النحت البحري:

يظهر بمنطقة الدراسة العديد من الظاهرات الناتجة عن النحت البحري، والتي تتمثل في الجروف البحرية وما يرتبط بها من ظاهرات مثل الأرصفة الشاطئية والرؤوس والخلجان البحرية والكهوف والفجوات والأقواس والمسلات البحرية وفيما يلي دراسة لأهم **الأشكال:**

1 ــ الجروف البحرية :

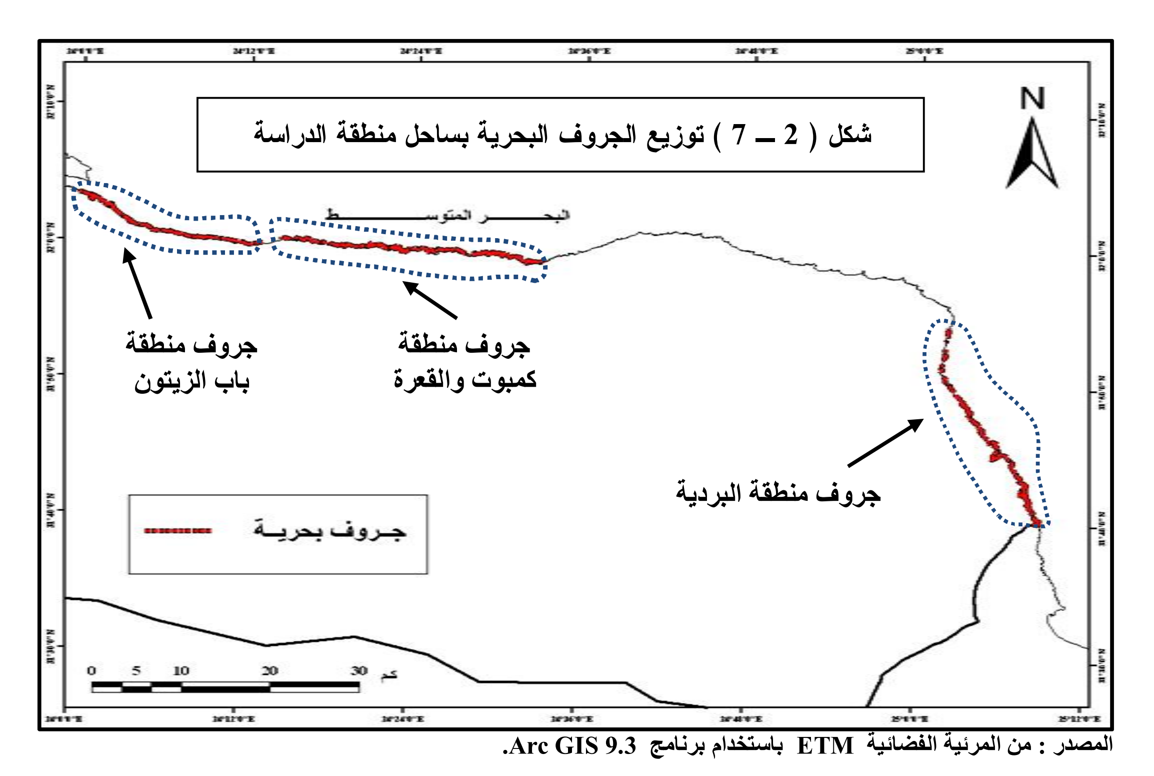
يطلق مصطلح الجروف البحرية على الحواف الصخرية التي تشرف على البحر مباشرة بانحدار يتراوح ما بين 45ْ ــ 90 ْدرجة وتلاطم الأمواج عادة هذه الحافات.

وتعد الجروف البحرية من أوضح ظاهرات النحت البحري، كما أنها تدل على المرحلة التي يمر بها خط الساحل (فتحي عبد العزيز ابوراضي، 2006، ص 303، 306).

ومن خلال الدراسة الميدانية، نلاحظ أن الجروف البحرية من أكثر الظاهرات الجيومورفولوجية الساحلية وضوحا بساحل المنطقة، حيث تمتد على طول امتداد خط الساحل لمسافة 135.8 كم بنسبة حوالي 66% من جملة طول خط الساحل (شكل 2 ــ 7)، وتكون طويلة ومتصلة في شكل جروف شديدة الانحدار في بعض المناطق، كما في المنطقة الممتدة من مصب وادي الملاحة حتي الحدود الشرقية لليبيا من مصر (شكل 2 ــ 8)، والمنطقة الممتدة من مصب وادي أم الشاوش في الغرب إلى منطقة العقيلة في الشرق لمسافة حوالي30 كم (شكل 2 ــ 9)، والمنطقة الممتدة من شاطئ العقيلة إلى مصب وادي السهل الشرقي، وتشرف الجروف بصفة عامة على خط الساحل بمنحدرات شديدة أغلبها يزيد درجة

* تعرف الجروف البحرية محليا عند سكان المنطقة باسم (أجقاف).

انحدارها عن80ْ درجة، وتعكس أشكال الجروف العوامل التي تؤثر في خط الساحل والتي تختلف فيما بينها إذ يتوقف ذلك على كل من نوع الصخر والخصائص اللثيولوجية للصخور وتراكيبها وميل طبقاتها ونظام الشقوق والفواصل ومدى تكرار الأمواج خاصة أمواج العواصف (محمد إبراهيم محمد، 2007، ص 187، 192)، إضافة إلى عملية التجوية وتغير مستوي سطح البحر، وفيما يلي أهم العوامل المؤثر في تشكيل الجروف **البحرية:**

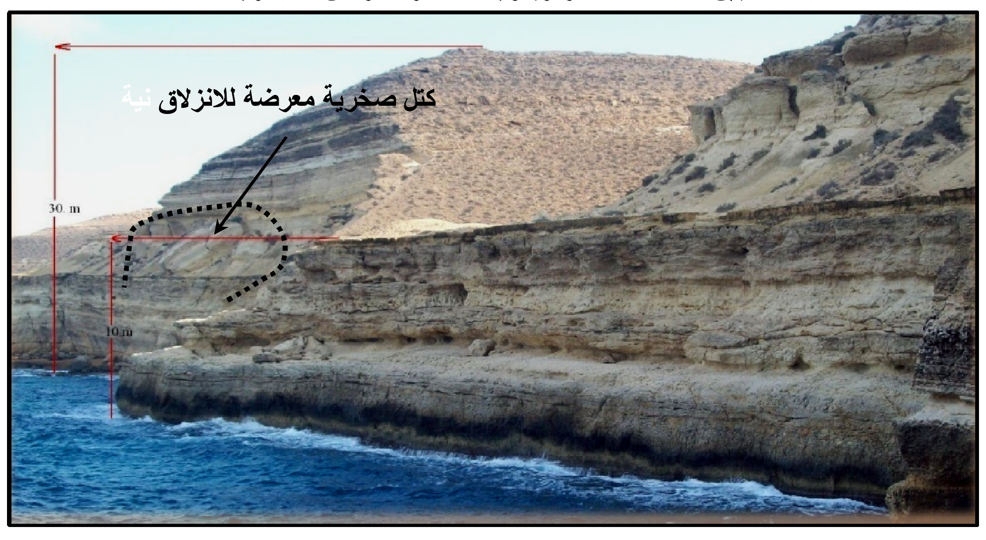


المصدر : من المرئية الفضائية ETM باستخدام برنامج Arc GIS 9.3.

شكل (2 ــ 8) جروف بحرية بمنطقة البردية،لاحظ الارتفاع الذي يزيد عن 90 متروبدرجة انحدار تزيد عن 85ْ درجة، ولاحظ كثرة الشقوق الرأسية والفواصلالتي تؤدي إلى تساقط الكتل الصخرية بأحجام مختلفة



شكل (2 ــ 9) جروف بحرية بمنطقة باب الزيتون، يتفاوت ارتفاعها مابين 10 ــ 30 متر وبدرجة انحدار أكثر من 85 ْدرجة



1 ــ 1ــ العوامل المؤثر في تشكيل الجروف البحرية بمنطقة الدراسة:

تتعدد العوامل المؤثرة في تشكيل الجروف البحرية بمنطقة الدراسة ويمكن تقسيمها إلى **الأتي** :

1ــ1ــ1 ــ العوامل البحرية :

تتمثل في عمليتي المد والجزر والأمواج البحرية، وتمثل الأمواج الدور الأساسي في تشكيل صخور الجروف البحرية منطقة الدراسة، نتيجة ارتطام الأمواج بقوة على خط الساحل فتحدث فيه فجوات ويشتد فيها النحت والتقويض السفلي فيحدث له انهيارات أرضية كما في الجروف البحرية بمنطقة باب الزيتون والبردية وكمبوت.

1ــ1ــ2 ــ تأثير عمليتي التجوية الكيميائية والميكانيكية وحركة المواد عليه:

تساهم التجوية بشقيها الكيميائية والميكانيكية بقدر كبير في تشكيل الجروف البحرية بمنطقة الدراسة، وفي تتابع عمليتي البلل والجفاف للصخور السطحية فهى تعمل على إذابة الطبقات الجيرية الغنية بالمواد الكلسية والطفلية وبتكرار العملية يحدث لها تقويض سفلي ثم انهيار الطبقات العلوية، وتكوين أشكال جيومورفولوجية، وتؤدي التجوية الميكانيكية إلي تفكيك الصخور وتفتيتها وتشققها وتهيئتها للسقوط أو الانزلاق، وسوف يتم دراسة الأشكال الناتجة عن عملية التجوية وحركة المواد على المنحدرات في (الفصل الرابع).

1ــ 1 ــ 3 ــ ميل الطبقات:

لميل الطبقات الصخرية دور في الشكل العام للجروف، ويزداد هذا الاختلاف في حالة ميل الطبقات نحو البحر، حيث إن قوة الأمواج تعمل على تفتيت الطبقات الصخرية فتحدث

فيها فجوات وشقوق فتنزلق نحو البحر، حيث تمثل درجة انحدار الطبقات الصخرية أحد العوامل التي تؤثر في شكل الجروف البحرية، أما عندما تكون الطبقات الصخرية أفقية أو رأسية أو مائلة نحو اليابس عادة ما تتخذ الجروف الشكل الرأسي.

ومن خلال الدراسة الميدانية نلاحظ أن أغلب الطبقات الصخرية للجروف البحرية تتسم بميلها نحو البحر في جروف منطقة البردية وباب الزيتون (شكل 2 ــ 10)، وهذا بدوره يزيد من حدوث عملية التساقط الصخري والانزلاقات الأرضية وزحف للصخور باتجاه أسفل الجروف البحرية.

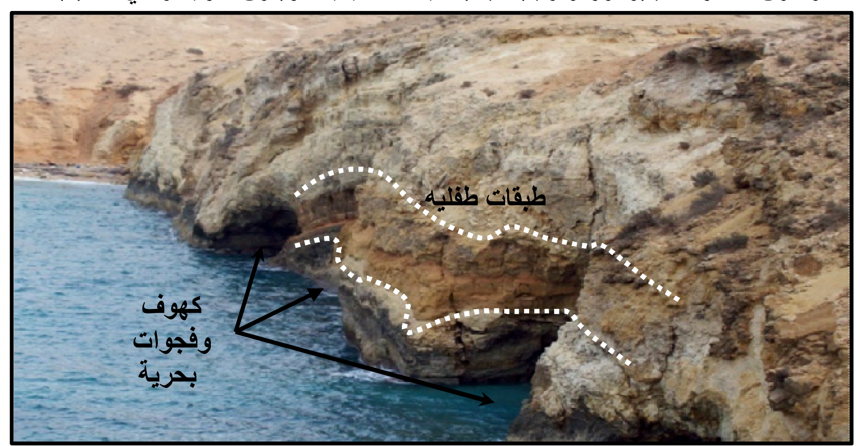
1 ــ1 ــ4 ــ الخصائص اللثيولوجية للصخور:

هو مدى مقاومة الصخور لعوامل التعرية البحرية، بفعل خصائص الصخر من حيث درجة تلاحم واندماج حبيباته وتركيبه المعدني، ولدرجة صلابة الصخور دور في تشكيل الجروف البحرية، ونظرا لأن الصخور الجيرية هي السائدة على جميع الجروف البحرية بمنطقة الدراسة، ونتيجة لتداخل الطبقات الصخرية وتعاقبها مابين طبقات صلبة وطبقات لينة، نلاحظ اختلافات على واجهات الجروف البحرية بمنطقة الدراسة، حيث تقوم عوامل النحت بتآكل الطبقات الأقل صلابة بينما تبقى الطبقات الصلبة، حيث يشتد فعل الأمواج على الصخور الضعيفة فتحطمها وينتج عن ذلك عملية تقويض للصخور السفلية، فيؤدي إلى انهيار الأجزاء العليا وتكون ظاهرات جيومورفولوجية جديدة مثل الفجوات البحرية والجسور والكهوف البحرية (شكل 2 ــ 11).

شكل (2 ــ 10) أثر الأمواج في تقويض الطبقات الصخرية التي تميل نحو البحر،لاحظ كثرة الشقوق والفواصل والفجوات البحرية التي تسهل من عملية تساقط وانزلاق الكتل الصخرية بجروف منطقة باب الزيتون



شكل (2 ــ 11) آثار الاختلافات اللثيولوجية للصخور التي تؤدي إلى تراجع واجهات الجروف البحرية وتكون ظاهرات جيومورفولوجية جديدة بمنطقة باب الزيتون غرب وادي الطينية



1 ـ 2 ـ الخصائص العامة للجروف البحرية:

لدراسة ابعاد الجروف البحرية بالمنطقة تم قياس أبعاد 20 جرفا بحريا في مواقع مختلفة على طول ساحل المنطقة وتم عرض هذه القياسات بعد تحليلها في الجدول (2 ــ 2).

جدول (2 ــ 2) الخصائص العامة للجروف البحرية (متر)

الرقم	الموقع	الارتفاع	درجة الانحدار	نوع الصخر	عمق المياه	ارتفاع الأمواج	الاتجاه
1	جروف وادي الخطبة	8	90	جيرية	5	1.5	ش ق - ج غ
2	جروف وادي الخطبة	10	90	جيرية	7	1.5	ش غ - ج ق
3	جروف وادي الزيتون	30	90	جيرية	5	2	ش غ - ج ق
4	جروف وادي الزيتون	27	90	جيرية	5	1.5	ش غ - ج ق
5	جروف وادي الطينة	8	90	جيرية	2	1	ش ق - ج غ
6	جروف وادي بولالاة	12	90	جيرية	5	1	ش ق - ج غ
7	جروف وادي بوخطيطة	8	80	جيرية	3	1.5	ش غ - ج ق
8	جروف وادي الزيتون	8	90	جيرية	5	0.50	ش ق - ج غ
9	جروف وادي الزيتون	10	90	جيرية	7	0.50	ش غ - ج ق
10	جروف وادي العدسة	9	90	جيرية	8	0.50	ش ق - ج غ
11	جروف وادي العدسة	9	90	جيرية	5	0.50	ش ق - ج غ
12	جروف رأس بياض	3	35	جيرية	3	1.50	ش ق - ج غ
13	جروف رأس بياض	3	20	جيرية	5	2	ش ق - ج غ
14	جروف رأس بياض	2	30	جيرية	5	2	ق - غ
15	جروف وادي الجرفان	90	90	جيرية	7	1	ش ق - ج غ
16	جروف وادي شماس	95	90	جيرية	5	0.50	ق - غ
17	جروف وادي أم العلق	85	90	جيرية	5	0.50	ش ق - ج غ
18	جروف وادي رزق	85	90	جيرية	3	1.50	ش غ - ج ق
19	جروف وادي أم الشاوش	2	35	جيرية	3	0.50	ش ق - ج غ
20	جروف وادي أم الشاوش	3	30	جيرية	5	0.50	ق - غ

*المصدر :إعدد الطالب من الدراسة الميدانية، 20 - 29 / 11/ 2009 ــ 5 - 20 / 1 / 2010

* تم قياس العمق من الخرائط الطبوغرافية مقياس 1 : 50.000

من خلال الجدول (2 ـ 2) الخاص بقياسات الجروف البحرية بمنطقة الدراسة يمكن أن نلاحظ **الآتي:**

- يبلغ مجموع الجروف المقاسة ميدانياً بالمنطقة 20 جرفا بطول 4545 متر موزعة على طول ساحل المنطقة أقلها طولا 50 متر وأطوالها 750 متر وبمتوسط طول 227 متر، حيث تظهر هذه الجروف بشكل واضح، كما في المنطقة الممتدة من مصب وادي أم الشاوش إلى شـاطئ العقلية حيث تمتد متصلة ولا يفصلها سوى مصبات بعض الأودية لمسافة حوالي 30 كم.
- يختلف ارتفاع الجروف البحرية على طول ساحل منطقة الدراسة من قطاع إلى آخر ويتراوح مابين 2 ـ 90 متر وبمتوسط ارتفاع 25 متر، يرجع هذا الاختلاف في ارتفـاع الجـروف البحرية إلى تأثرها بالحركات الصدعية كما في جروف باب الزيتون.
- أن الاتجاه السائد للجروف هو شمال شرقي جنوبي غربي إضافة إلى الاتجاه من الشرق إلـى الغرب، ويرجع هذا إلى اتجاهات خط الساحل الذي يغير اتجاهه من مكان إلى آخر.
- أن أغلب الطبقات الصخرية التي تنتشر على سطح منطقة الدراسة تظهر بوضوح في مناطق الجروف البحرية، كما في منطقة باب الزيتون حيث يظهر على واجهة الجـروف تكوينـات الزمن الثالث متمثلة في تكوين الخويمات والفائدية كذلك في جروف منطقة البردي وجميعهـا صخور جيرية.
- يبلغ عمق المياه أمام الجروف حوالي 5 متر، ويختلف العمق من مكان إلى آخر حسب اتجـاه وشكل الساحل، ففي بعض المواقع يبلغ العمق حوالي 2 متر وأحيانا أقل من ذلك ويصل إلـى حوالي 8 متر في بعض المواقع، حيث نلاحظ أن الجروف التي تطل مباشرة علـى البحـر يكون العمق كبيراً وهذا بدوره يساعد على تكوين أمواج كبيرة.
- يبلغ متوسط ارتفاع الأمواج حوالي 1.5 متر خاصة خلال فترات هبـوب الريـاح العاليـة، وأحيانا يرتفع إلى أكثر من ذلك ليصل إلى حوالي 2.5 متر في فصل الشتاء، وعندما تكـون الرياح شمالية وشمالية غربية، وفي فترات مرور الانخفاضات الجويـة الشـتوية (المركـز الوطني للأرصاد الجوية بيانات المناخ 1985 ـ 2007).
- تطل أغلب الجروف البحرية بساحل المنطقة على البحر مباشرة بشـكل لا يسـمح بوجـود شواطئ أو أرصفة شاطئية، وأحيانا تترك أمامها شواطئ يصل اتساعها بضعة أمتار لاتتعدى في الغالب 7 أمتار، وأغلبها تتراكم عليها قطع كبيرة من الصخور المتساقطة مـن الجـروف بشكل كبير جدا.
- جميع الجروف البحرية يظهر عليها أثر الشقوق والفواصل باتساع مـابين 2 ـــ 40 سـم وبمتوسط 6 سم وبطول مابين 1 ـ 15 متر بمتوسط 4.50 متر، وترجع كثرة الشقوق إلـى

الاختلافات اللثيولوجية لصخور الجيرية التي تتعاقب فيها طبقات لينة مع طبقات صلبة، وإلى نشاط التجوية الكيميائية والميكانيكية التي تقوم بتحطيم الكتل الصخرية وتفتيتها.

1 ـ 3 ـ الانهيارات الأرضية المرتبطة بالجروف البحرية بمنطقة الدراسة:

تتعرض الجروف للانهيارات بأنواعها المختلفة والتي تؤثر كثيرا على تطور الجــروف وما يرتبط بها من أشكال أرضية يمكن تقسيمها إلى **الآتي:**

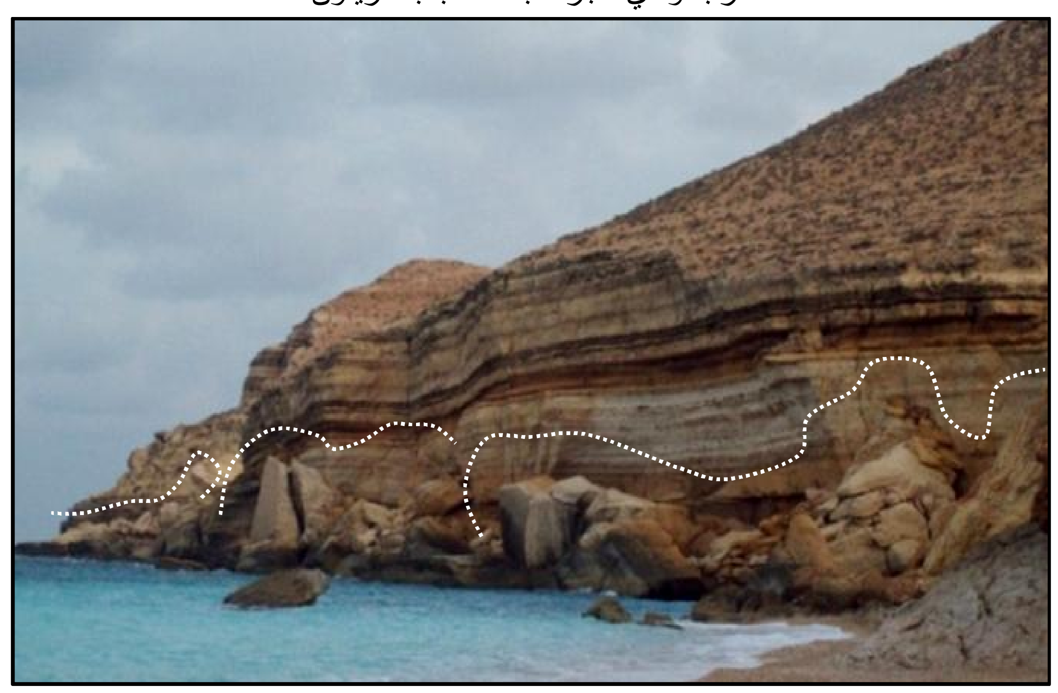
1 ـ 3 ـ1ـ السقوط الصخري:

ويتمثل في سقوط الكتل الصخرية أسفل الجروف، إضافة إلى سقوط المفتتــات الصــخرية الصغيرة، وهي عادة تكون غير مستقرة، وتحدث لها أثناء سقوطها حركات انقلابية وتســتقر أسفل الجروف.

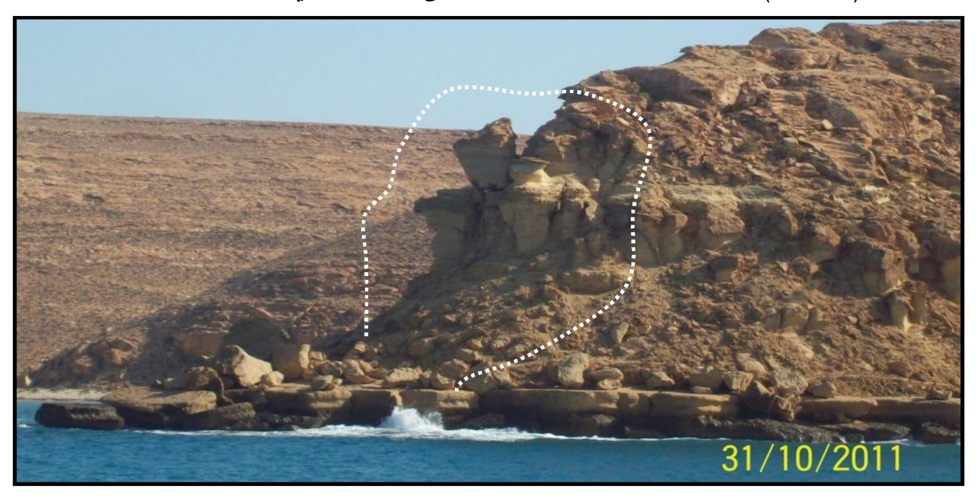
وتنتشر ظاهرة التساقط الصخري في أغلب الجروف البحرية بمنطقة الدراسة نتيجة لكثرة الشقوق والفواصل ونشاط عملية التجوية، ومن خلال الدراسة الميدانيــة تــم ملاحظــة كتــل ومفتتات صخرية تتراكم أسفل الجروف البحرية في منطقة البردية وباب الزيتــون، وتتبــاين الكتل الصخرية المتساقطة فيما بينها من مفتتات صغيرة إلى كتل كبيرة الحجم يصــل قطرهــا إلى أكثر من 10 متر (شكل 2 ــ 12 و2 ــ 13).

شكل (2 ــ 12) كتل صخرية متساقطة أسفل الجروف البحرية

غرب وادي الجرفة بمنطقة باب الزيتون



شكل (2 ــ 13) كتل صخرية معرضه للسقوط على جروف وادي شماس بمنطقة البردية



1 ــ 3 ــ 2 ــ الانزلاقات الصخرية:

تتعدد الانزلاقات الصخرية على واجهات الجروف البحرية بمنطقة الدراسة مابين انــزلاق الكتل الصخرية الكبيرة، وانزلاق الكتل الصخرية المفككة والمختلطة بالمفتتــات والرواســب الصغيرة؛ نتيجة عدم تماسك الكتل الصخرية مع الصخر الأصلي على طول امتــداد الشــقوق والفواصل الصخرية باتجاة أسفل الجروف، ويزيد حدوث الانزلاق عندما يتوافق اتجاه وميــل الطبقات الصخرية باتجاه البحر، ومن خلال الدراسة الميدانية نلاحظ انتشــارعملية الانــزلاق الصخري على أغلب الجروف البحرية بمنطقة الدراسة، وتم رصــد كتــل صــخرية كبيــرة معرضة للانزلاق على طول الجروف البحرية شرق وادي الزيتون (شكل 2 ــ 14)، كما تــم رصد كتل صخرية مختلطة مع كميات كبيرة من المفتتات الصخرية غير المتماسكة معــرض للانزلاق على الجروف البحرية بمنطقة البردية بوادي الجرفان وشــماس وأم العلــق ورزق (شكل 2 ــ 15).

شكل (2 ــ 14) كتل صخرية معرضه للسقوط على الجروف البحرية **بمنطقة باب الزيتون**



شكل (2 ــ 15) كتل ومفتتات صخرية معرضة للتساقط والانزلاق على طول الجروف البحرية بوادي الجرفان بمنطقة البردية، لاحظ كثرة الشقوق الرأسية والأفقية على طول امتدد الجروف



2 ــ الأرصــفة الشاطئية:

هي عبارة عن مسطحات صخرية تمتد أمام الجــروف البحريــة والــرؤوس والنتــوءات الصخرية بشكل عام باتجاه البحر، وهي عادة ما تتطور وتتسع مع تراجع الجــروف، وتمتــد هذه الأرصفة من علامة المد العالي عند قاعدة الجروف حتى أقل منسوب للجزر، وقد تشكلت بفعل كل من الأمواج والظاهرات البحرية الأخرى، وعادة ما تكون هذه الأرصفة عارية مــن الإرسابات والمفتتات الصخرية، وأحيانا تكون مغطاة بمجموعة كبيرة من الكتــل والمفتتــات الصخرية التي تسقط عليها من الجروف البحرية.

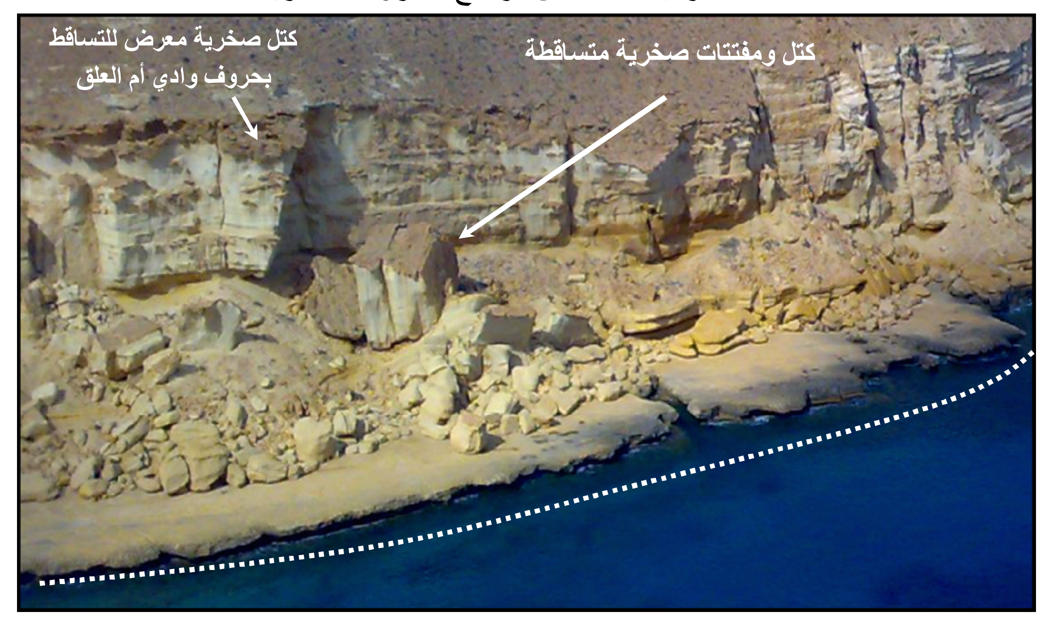
من خلال الدراسة الميدانية نلاحظ أن الأرصفة البحرية تمتد بشــكل غيــر منــتظم فــي سواحل منطقة الدراسة، ابتداء من قواعد الجروف عند وصول مياه المــد العــالي والأمــواج المرتفعة إلى أقل مستوي للجزر، وغالبا ما يعلو سطحها عن منســوب ميــاه البحــر مــابين 0 ــ 0.50 متر، وينطبق على جميع الأرصفة البحرية التي تمتد أمام جروف منطقة البرديــة، والتي تضم جروف وادي أم العلق وادي رزق وادي الجرفان، وجروف منطقة باب الزيتــون في كل من جروف وادي أم الشاوش وادي رأس بياض وادي الزيتون (شكل 2 ـ 16)، وغالبا ما تمتد هذه الأرصفة لعدة أمتار ويتراوح اتساعها مابين 1 ــ 7 متر، وتتســم بقلــة انحــدار سطحها حيث يتراوح مابين 0 ْــ 2 ْ درجة، وبذلك يكون شكلها قريباً مــن الأســطح الأفقيــة باستثناء الطرف الداخلي الذي تكون درجة انحداره مابين الشديدة جدا والجرفية؛ وذلك نتيجــة

لحركة الأمواج التي تصطدم بهذا الجزء مباشرة فتعمل على نحته وتآكله، كما تميزت أغلب الأرصفة البحرية التي تم دراستها، بأنها تنتشر عليها مجموعة كبيرة من الكتل والمفتتات الصخرية التي تسقط عليها من الجروف البحرية والرؤوس البحرية والتي تعمل على حمايتها من الأمواج.

كما تميزت الأرصفة البحرية بظهور بعض الأشكال الجيومورفولوجية الدقيقة والتي **أهمها:**

- **الحفر الوعائية :** تنتشر الحفر على أسطح أغلب الأرصفة البحرية بمنطقة الدراسة وتكون على شكل مستدير وشبة مستديرة، وهي تنشأ نتيجة لعمليات النحت بفعل الأمواج، وحركة المفتتات الصخرية وعملية الإذابة والتحلل، والتي تؤدي إلى تعميقها واتساعها والتحامها مع بعض لتكون حفرة واحدة كبيرة، كما تعد هذه الحفرة من الأسباب التي تؤدي إلي تخفيض منسوب الأرصفة البحرية، وتتراوح أقطار هذه الحفر مابين 2 ــ 20 سم ، وعمقها مابين 1 ــ 7 سم، كما تميزت حواف أغلب الحفر بأنها حادة ومشرشرة، وتكثر هذه الحفر على أغلب الأرصفة البحرية التي تتكون من صخور تكوين اجدابيا "الكالكارنيت"، إضافة إلى الأرصفة البحرية التي تمتد أمام الجروف البحرية بمنطقة باب الزيتون.
- **الممرات المائيــة :** تنتشر الممرات المائية على أغلب الأرصفة البحرية بمنطقة الدراسة، وهي تمثل القنوات التي تصرف مياه البحر أثناء الجزر والأمواج العالية.

شكل (2 ــ 16) رصيف بحري بوادي أم العلق غرب منطقة البردية ناتجة عن تراجع الجروف البحرية



3 ـ الرؤوس والخلجان البحرية :

تعد الرؤوس والخلجان البحرية من الظاهرات المنتشرة بشكل واضح على طول ساحل المنطقة، فحيثما يوجد رأس بحري يوجد في الغالب خليج وهذا يعد انعكاسا طبيعيا لتعرجات خط الساحل، وتسهم العوامل البحرية في تكوين الرؤوس والخلجان البحرية فطبيعة الصخور وخصائصها اللثيولوجية لها أثر في تكوينها، حيث تعمل الأمواج على نحت الأجزاء اللينة في حين تبقي الأجزاء الصلبة منها بارزة مكونة رؤوساً على جوانبها تتعمق في البحر مع مرور الزمن، كما تظهر الرؤوس والخلجان البحرية عند مصابات أغلب الأودية بمنطقة الدراسة.

3 ـ1 ـ الرؤوس البحرية :

تعد الرؤوس البحرية انعكاسا لتفاعل العمليات البحرية مع خط الساحل، وتعد الخصائص اللثيولوجية للصخور، من العوامل المؤثرة في نشأة الرؤوس والنتوءات الصخرية (احمد عبد السلام علي، 2000، ص 212 ، 216)، ونتيجة لتعاقب عوامل النحت البحرية على الشقوق ومناطق الضعف الصخرية، فتقوم بتفتيتها وتغير أشكالها، وتبقي الصخور الأكثر صلابة ممتدة داخل البحر، كما يمكن ملاحظة أن أغلب الرؤوس كانت تمتد أكثر داخل البحر عما عليه اليوم إلا أنها تراجعت بسبب عوامل النحت البحرية، ولا زالت الرؤوس البحرية تتعرض لنحت الأمواج والعمليات البحرية الأخرى، ويمكن أن يؤدي هذا إلى ظهور نتوءات صخرية وأرصفة وكهوف ومسلات بحرية جديدة.

ويعد ساحل منطقة الدراسة من أكثر السواحل الليبية تعرجا؛ ونتيجة لذلك ظهرت مجموعة كبيرة من الرؤوس والنتوءات البحرية التي يتفاوت امتدادها داخل البحر بمسافات من خط الساحل، ومن خلال تحليل المرئية الفضائية والخرائط الطبوغرافية، ومن خلال القياسات الميدانية للرؤوس البحرية، (تم قياس أبعاد 13 رأساً بحرياً) جدول (2 ــ 3)، في مواقع مختلفة على طول ساحل منطقة الدراسة ومن خلال القياسات نلاحظ **الآتي:**

- تتراوح أطوال الرؤوس البحرية بمنطقة الدراسة مابين 170 و 850 متر، ومتوسط عرضها مابين 90 و 250 متر، ويتراوح متوسط ارتفاعه مابين 4 و 45 متراً فوق مستوي سطح البحر، وهذا يدل على التباين فيما بين الرؤوس البحرية بمنطقة الدراسة.
- سجلت الرؤوس والنتوءات البحرية في منطقة البردية وكمبوت والقعرة وباب الزيتون أعلى ارتفاعات، وذلك لاقتراب حافات الهضبة التي تطل على خط الساحل مباشرة، في حين سجلت الرؤوس البحرية بمنطقة رأس عزاز وأم ركبة وجنزور ومرسي لك أقل الارتفاعات، نتيجة لاستواء السطح وابتعاد حافات الهضبة إلى أكثر من 12 كم.

* تسمي الرؤوس البحرية محليا اسم المنقار ومفردها منقار

جدول (2 ــ 3) أبعاد الرؤوس البحرية

الرقم	الموقع	الإحداثيات (وسط الراس البحري)	الطول / متر	متوسط العرض / متر	متوسط الارتفاع متر	الاتجاه
1	رأس أم العلق	31.46,6 / ش 25.05,35 / ق	850	170	45	ش ق/ ج غ
2	رأس الملاحة	31.56,07 / ش 25.02,06 / ق	340	110	5	ش ق/ ج غ
3	رأس الرمثاية	31.57,29 / ش 25.00,18 / ق	235	155	6	ش ق/ ج غ
4	رأس عزاز	31.57,43 / ش 24.59,49 / ق	230	190	4	ش ق/ ج غ
5	رأس الفنار	31.58,13 / ش 24.58,48 / ق	330	160	4	ش / ج
6	رأس العورة	31.59,04 / ش 24.52,26 / ق	360	175	4	ق / غ
7	رأس بوحلقومة	31.59,29 / ش 24.50,03 / ق	280	150	5	ش ق/ ج غ
8	رأس قابس	31.59,47 / ش 24.30,39 / ق	290	200	4	ش / ج
9	رأس الحوت	31.59,35 / ش 24.34,54 / ق	170	95	2	ش غ/ ج ق
10	رأس بالعفاريت	31.59,31 / ش 24.25,11 / ق	780	250	10	ش غ/ ج ق
11	رأس الكباش	31.59,56 / ش 24.20,44 / ق	670	150	9	ش / ج
12	رأس الزيتون	32.01,04 / ش 24.04,48 / ق	180	90	20	ش ق/ ج غ
13	رأس بياض	32.02,35 / ش 24.02,04 / ق	420	250	7	ش / ج

المصدر : إعداد الطالب اعتمادا على: 1 ــ الدراسة الميدانية : 2012

2 ــ الخرائط الطبوغرافية مقياس 1:50,000

3 ــ المرئية الفضائية ETM 2002 بأستخدم برنامج ARC GIS 9.3

- لم تظهر رؤوس بحرية كبيرة تتوغل داخل البحر بمنطقة الدراسة فهــي أقــرب إلــى النتوءات منها إلى الرؤوس البحرية، حيث لم يزيد طول أي منها عن 850 متر داخــل مياه البحر مثل رأس أم العلق الممتد مابين وادي أم العلق ووادي رزق غرب منطقــة البردية (شكل 2 ــ 17)
- تتفاوت أعمار صخور الرؤوس والنتؤات البحرية بمنطقة الدراسة، حيث تظهر علــى رؤوس منطقة البردية وباب الزيتون تكوينات الزمن الثالث متمثلة في تكوين الخويمات والفائدية والجغبوب، بينما ظهرت تكوينات الزمن الرابع ممثلة فــي تكــوين اجــدابيا " الكالكارنيت"في الرؤوس البحرية الممتدة من وادي الملاحة حتي مصــب وادي الســهل الشرقي مثل رأس عزاز ورأس الرمثاية ورأس الفنار ورأس العورة.
- نلاحظ امتداد الأرصفة البحرية أسفل مقدمة الــرؤوس والنتــوءات البحريــة بمنطقــة الدراسة وقلة اتساعها، نتيجة لعمليات النحت البحري وتركز طاقة الأمواج علــى هــذه

الأجزاء من الرؤوس قبل وصوله إلى المنطقة الشاطئية إضافة إلى عمق المياه واتجاه الأمواج.

- ارتبطت بأغلب الرؤوس والنتوءات البحرية، ظاهرات جيومورفولوجية مثل الجروف البحرية والأرصفة والكهوف والفجوات البحرية والمسلات البحرية، ويرجع ذلك إلى أثر فعل الأمواج والتعرية البحرية، وهذه الظاهرات تدل على أن الرؤوس البحرية في عملية تراجع.

شكل (2 ــ 17) رأس بحري بوادي أم العلق غرب البردية



3 ــ 2 ــ الخلجان البحرية:

نتيجة لكثرة تعرجات خط ساحل منطقة الدراسة تكونت خلجان صغيرة في معظمها، والتي عادة ما تكون مصاحبه للرؤوس البحرية ومصبات الأودية التي تنتشر على طول ساحل المنطقة، وتختلف هذه الخلجان فيما بينها من حيث عمقها في اليابس واتساع واتجاه فتحاتها، ومن خلال تحليل المرئية الفضائية والخرائط الطبوغرافية والدراسة الميدانية، ومن دراسة الخصائص العامة للخلجان التي يوضحها الجدول (2 ــ 4) نلاحظ **الآتي** :

- نلاحظ انتشار عدد كبير من الخلجان في جميع مصابات الأودية، أهمها خليج البردية الذي أنشئ في ميناء البردية للصيد البحري، وخليج وادي رزق وخليج وادي الزيتون وخليج رأس بياض وأم الشاوش.
- يتراوح اتساع مداخل فتحات الخلجان مابين 135 متراً كأصغر فتحة، يمثله خليج وادي الزيتون إلى أكثر من900 متر كأكبر مدخل، ممثلا في خليج البردية (شكل 2 ــ 18)، حيث يعتبر أكبر الخلجان بمنطقة الدراسة وأشهرها، في حين تراوحت اتجاهات فتحات الخلجان مابين الشمال ــ الجنوب وشمال شرق ــ جنوب غرب .

جدول (2 ــ 4) الخصائص العامة للخلجان البحرية

الرقم	الموقع	الإحداثيات (شاطئ الخليج)	عرض المدخل متر	التعمق باليابس متر	عمق المياه / متر	الاتجاه
1	خليج وادي جليانة	31.42,29 / ش 25.07,25 / ق	275	975	8	ق / غ
2	خليج البردية	31.45,14 / ش 25.05,31 / ق	900	1700	12	ش ق / ج غ
3	خليج وادي رزق	31.46,14 / ش 25.05,02 / ق	360	340	5	ق / غ
4	خليج وادي القبر	31.58,50 / ش 24.32,09 / ق	130	380	6	ش / ج
5	خليج وادي الراهب	31.59,23 / ش 24.25,17 / ق	310	650	8	ش / ج
6	خليج وادي بوالعفاريت	31.59,25 / ش 24.24,47 / ق	340	730	10	ش / ج
7	خليج وادي بودومة	31.59,23 / ش 24.23,17 / ق	260	675	7	ش غ/ ج ق
8	خليج وادي الزيتون	32.01,01 / ش 24.04,47 / ق	135	85	10	ش ق / ج غ
9	خليج وادي رأس بياض	32.02,33 / ش 24.01,36 / ق	456	510	8	ش ق / ج غ
10	خليج وادي أم الشاوش	32.02,33 / ش 24.01,36 / ق	330	780	8	ش ق / ج غ

المصدر : إعداد الطالب اعتمادا على: 1 ــ الدراسة الميدانية : 2012

2 ــ الخرائط الطبوغرافية مقياس 1:50,000

3 ــ المرئية الفضائية ETM بأستخدم برنامج ARC GIS 9.3

- يختلف عمق الخلجان داخل اليابس ويتراوح مابين 85 و1700 متر، وهذا يدل على أن هناك علاقة مابين فتحات الخلجان وتعمقها في اليابس، كلما زاد اتساع مدخل الخليج زاد عمقها داخل اليابس، في حين تتراوح أعماق مياه الخلجان عند مداخلها مابين 5 متر إلى حوالي 12 متر.
- تأخذ أغلب هذه الخلجان الشكل النصف دائري أوعلي شكل قوس مفتوح، كما تنتشر على شواطئ هذه الخلجان الرواسب الرملية مختلفة الأحجام مابين الرمال الناعمة والخشنة، وترجع عملية إرسابها إلى وقوعها في أماكن محمية إلى حد كبير من الأمواج العالية مما جعلها مناطق إرساب، إضافة إلى دور التيارات السطحية في عملية إرساب المفتتات داخل هذه الخلجان، كما تنتشر الشواطئ الحصوية في بعض الخلجان خاصة الصغيرة جدا، إضافة إلى الكتل الصخرية المتساقطة من الجروف البحرية.
- تستغل أغلب مصبات الأودية التي تكون الخلجان في عملية الصيد ورسو قوارب الصيد الصغيرة .

شكل (2 ــ 18) خليج البردية (31.45,12 شمالاً، 25.05,35 شرقاً)



4 ــ الكهوف والفجوات البحرية*:

هي عبارة عن فجوات وتجاويف متعمقة في الصخور الجيرية، حفرتها الأمواج في الجروف البحرية والسواحل الصخرية بفعل عملية النحت المائي والاحتجاز بفعل الأمواج (الصيد صالح الصادق الجيلاني، 2001، ص155،154) وذلك بإحداث فجوات صغيرة أسفل الجروف والنتوءات البحرية، ويساعد على تكوينها وجود مناطق ضعف متمثلة في الشقوق والفواصل ومع وجود طبقات من الصخور اللينة وسط طبقات صلبة، وبتكرار ضغط واحتجاز المياه داخل الشقوق والفواصل يؤدي ذلك إلى تآكلها ثم اتساعها، كما تساهم عمليات التجوية الكيميائية في نشأه الكهوف والفجوات البحرية (محمود محمد عاشور، 2004، ص393).

تعتبر الكهوف والفجوات من الظاهرات المرتبطة بالجروف البحرية والرؤوس البحرية وهي تنتشر على طول قطاع خط ساحل المنطقة، وتقع عادة مابين المد العالي حيث تلعب عمليات الإذابة وعمليات النحت البحري والاحتجاز بفعل الأمواج في تشكيلها، وتعد هذه الظاهرة أكبر دليل على نشاط عمليات النحت عند قواعد الجروف، ويكون ذلك بإحداث فجوات صغيرة أسفل الجروف والرؤوس البحرية" عملية التقويض السفلي" (سمير سامي محمود ،2001، ص103 ،106)، وعن طريق ارتطام الأمواج بهذه الصخور التي تنتشر فيها مجموعات كبيرة من الشقوق والفواصل ما تلبث أن تتسع وتكبر مع مرور الزمن فتكون فتحات تتوسع مكونة كهوف بحرية (شكل 2 ــ 19 و2 ــ 20).

وقد تم قياس أبعاد 20 كهفا وفجوة بحرية بالمنطقة على طول الساحل ويوضح الجدول (2 ــ 5) أبعاد الكهوف والفجوات البحرية بمنطقة الدراسة.

* يطلق على الكهف محليا اسم (الحققة)

شكل (2 ـ 20) كهف بحري في الجروف البحرية غرب وادي الطينية



شكل (2 ـ19) كهف بحري في الجروف البحرية بمصب وادي الخبطة



جدول (2 ـ 5) أبعاد الكهوف والفجوات البحرية (متر)

الرقم	الموقع	اتساع الفتحة	العمق	الارتفاع	النوع
1	الجروف البحرية وادي الخبطة باب الزيتون	2	3	2.10	كهف
2	الجروف البحرية وادي الزيتون باب الزيتون	2	2	1.75	فجوه
3	الجروف البحرية وادي الزيتون باب الزيتون	2	2.50	0.75	فجوه
4	الجروف البحرية وادي الزيتون باب الزيتون	4	7	3	كهف
5	الجروف البحرية وادي بوخطيطة باب الزيتون	5	6	2	كهف
6	الجروف البحرية وادي الطينة باب الزيتون	6	4	2	كهف
7	الجروف البحرية وادي الطينة باب الزيتون	5	9	2	كهف
8	الجروف البحرية وادي الطينة باب الزيتون	2	2	1.5	فجوه
9	الجروف البحرية وادي العدسة باب الزيتون	2.5	2	0.75	فجوه
10	الجروف البحرية وادي الطينة باب الزيتون	2	2	1.5	فجوه
11	الجروف البحرية وادي الطينة باب الزيتون	5	6	3	كهف
12	الجروف البحرية الدالية باب الزيتون	5	4	2	كهف
13	الجروف البحرية وادي السهل الشرقي	4	4	2.5	كهف
14	الجروف البحرية وادي الجرفان البردية	5	4	3	كهف
15	الجروف البحرية وادي الجرفان البردية	4	4	3	كهف
16	الجروف البحرية وادي رزق البردية	3	3	2	كهف
17	الجروف البحرية وادي أم العلق البردية	2	2	1.5	كهف
18	الجروف البحرية وادي العقيلة	1.5	2	1.5	كهف
19	الجروف البحرية وادي الفكريات	1	2.5	1	فجوه
20	الجروف البحرية وادي بالعفاريت	1	2	1	فجوه
المتوسط	ـــــــــــ	3.15	5.3	1.9	ــــ

*المصدر : إعدد الطالب من الدراسة الميدانية 20 ـ 29 / 11/ 2009 ـ 5 - 20 / 1 /2010

يتضح من خلال القياسات بالجدول (2 ــ 5) **مايلي:**

- يتراوح اتساع فتحات الكهوف والفجوات البحرية ما بين 1 ــ 6 أمتار وبمتوسط 3.15 متر، في حين تتراوح ارتفاعات الكهوف والفجوات مابين 0.75 ــ 3 متر وبمتوسط حوالي 1.90 متر، وهذا يدل على أنها صغيرة نسبيا، ويرجع صغر هذه الكهوف إلى التكوينات الصخرية للجروف وخصائص اللثيولوجية ومدى مقاومتها للعمليات البحرية.
- تتراوح أعماق الكهوف والفجوات البحرية مابين 2 ــ 9 أمتار بمتوسط 5.3 متر، وسجل أكبر الكهوف عمقا الذي تم رصده بجروف وادي الطينية بمنطقة باب الزيتون حيث وصل عمقه إلى حوالي 9 أمتار.
- يتراوح ارتفاع الكهوف البحرية والفجوات عن مستوي سطح البحر مابين 0.70 - 1 متر، وأغلبها تصل إليه مياه المد والأمواج العالية .
- تتميز أسقف الكهوف بوجود ميل تدريجي بسيط بالاتجاه صوب الداخل، كما تتميز أسقفها بوجود العديد من الثقوب الصغيرة التي يتراوح اتساعها بضعة سنتيمترات، مع وجود العديد من الشقوق والفواصل مما يدل على أنها قد تتعرض للانهيار في أي وقت.
- أن التقارب النسبي مابين ارتفاع الكهوف واتساعها من العوامل التي تساعد على بقاء بعض الكهوف دون أن تنهار، فإذا زاد اتساع وعمق الكهوف على حساب الارتفاع فإنها في الغالب قد تنهار لعدم قدرتها على مقاومة النحت البحري ومقاومة الثقل النوعي والجاذبية الأرضية خاصة في ظل انتشار الشقوق والفواصل، حيت تم ملاحظة العديد من الكهوف التي سقطت أسقفها نتيجة لزيادة عمقها أو لكثرة الشقوق والفواصل أو لعدم قدرتها على مقاومة النحت البحري.
- تتميز أرضيات الكهوف بشبه استوائها بصفة عامة، كما تنتشر عليه بعض الكتل الصخرية المتساقطة من الأسقف، إضافة إلى مفتتات من الصخور وهي عادة ما تكون متدرجة من كتل كبيرة إلى متوسطة إلى صغيرة الحجم مع حبيبات من الرمال الناعمة.
- تأخذ الكهوف أشكالا متعددة مابين نصف دائري وشكل القوس والمستطيل.
- توجد بعض الكهوف التي تتكون داخل الصخور بحيث لاتظهر حتي ينهار سقفها، وعادة ما تكون قبل انهيار السقف فتحات صغيرة تظهر على شكل نافورات تخرج منها المياه بشكل مندفع، خاصة عندما تكون الأمواج أكثر قوة وارتفاعا عند اصطدامها بالجروف البحرية، ويصل ارتفاع الماء إلى عدة أمتار، وتعد هذه النافورات أو الفتحات من أهم أسباب انهيار أسقف هذه الكهوف في ظل انتشار الشقوق والفواصل، وتم ملاحظة بعض الحفر على الجروف البحرية بمنطقة باب الزيتون بجروف وادي بوخطيطة وعلى الجروف البحرية شرق منطقة العقيلة تظهر على شكل نافورات انفجارية تخرج منها المياه.

5 ــ المسلات و الأقواس البحرية :

المسلات البحرية هي عبارة عن كتلة صخرية وبقايا ألسنة صخرية كانت تمتد في الماء انفصلت عنها بفعل النحت البحري، بحيث تتكون أولا الفجوات والتي تتبع الشقوق والفواصل الصخرية ثم تتسع مع مرور الزمن لتكون كهوفا لا تلبث أن تلتقي فتكون نفقا يمتد على شكل جسر فيظهر بالتالي القوس البحري (Eric Bird. 2008. PP.89.91) وإذا ما تآكل وانهار القوس البحري تبقي الكتلة الصخرية منعزلة على شكل مسلة بحرية يحيط بها المياه من جميع الجهات، وتعد شاهداً على امتداد الألسنة والرؤوس البحرية وتعرضها لعمليات النحت البحري (ياسين محمد إبراهيم،1980، ص 178،175).

على الرغم من كثرة الرؤوس والنتوءات الصخرية على طول الساحل إلا أن الأقواس والمسلات البحرية من الظاهرات الساحلية قليلة الانتشار، إضافة إلى أنها لا تظهر بوضوح لانخفاض منسوب بعض الرؤوس والنتوءات عن سطح البحر مما يؤدي إلى تقطيعها بفعل الأمواج، ومن خلال الدراسة الميدانية تم تسجيل 3 أقواس بحرية (شكل 2 ـــ 21)، وفي بعض أجزاء من الرؤوس من المحتمل أنها كانت أقواس بحرية سقطت أسقفها، وتظهربقايا السقف المنهار بالقرب منها كما في المسلة البحرية شرق مصب وادي اشكربة (شكل 2 ـــ 22)، كما تم تسجيل مجموعة من المسلات البحرية موزعة على أجزاء من قطاعات الساحل، متمثلة في مسلة وادي الخبطة، مسلة وادي الزيتون، مسلة وادي الطينة، مسلة وادي النوس، مسلة مرسي لك، مسلة وادي رزق، مسلة وادي الجرفان (شكل 2 ــ 23)، ويوضح الجدول (2 ــ 6) أبعاد المسلات البحرية بمنطقة الدراسة.



شكل (2 ــ 21) قوس بحري شرق منطقة العقيلة
(24.03,41 شرقاً، 32.01,17 شمالاً)



شكل(2 ــ 22) مسلة بحرية بوادي اشكربة
(24.18,45 شرقاُ 31.59,57 شمالاُ)

* **يطلق سكان المنطقة على المسلات البحرية: اسم (العزلة) وذلك نتيجة لانعزالها عن صخور المنطقة الشاطئية .**

شكل (2 ــ 23) مسلة بحرية بمصب وادي الزيتون (24.04,50 شرقاً،32.01,03 شمالاُ)



جدول (2 ــ 6) أبعاد المسلات البحرية (متر)

الرقم	الموقع	الإحداثيات	المساحة ($متر^2$)	المحيط	الطول	متوسط العرض	الارتفاع
1	مسلة وادي بوخطيطة	24.04,50 / ق – 32.01,03 / ش	375	78	32	15	2
2	مسلة وادي الزيتون	24.04,50 / ق – 32.01,03 / ش	720	115	35	20	3
3	مسلة وادي الطينية	24.05,32 / ق – 32.00,56 / ش	860	453	172	70	1
4	مسلة وادي العدسة	24.06,12 / ق – 32.00,42 / ش	1.22	175	63	27	8
5	مسلة وادي النقور	24.06,19 / ق – 32.00,42 / ش	542	105	31	13	15
6	مسلة وادي الشقشقة	24.09,07 / ق – 32.01,17 / ش	318	83	30	12	9
7	مسلة وادي اشكربة	24.06,12 / ق – 32.00,42 / ش	134	48	20	10	3
8	مسلة وادي بودومة	24.24,23 / ق – 31.59,57 / ش	322	66	22	90	1
9	مسلة وادي الرصفة	24.24,23 / ق – 31.59,57 / ش	9	390	120	8	3
10	مسلة وادي النوس	24.31,33 / ق – 31.59,07 / ش	1618	531	195	75	3
11	مسلة مرسي لك	24.45,57 / ق – 32.00,59 / ش	2.48	205	72	25	1.5
12	مسلة رأس بوحلقومة	24.51,09 / ق – 31.59,17 / ش	930	135	45	20	1.5
13	مسلة رأس الفنار	24.59,17 / ق – 31.58,00 / ش	3.51	340	130	25	1
14	مسلة وادي رزق	25.05,16 / ق – 31.46,27 / ش	2.83	250	75	40	18

المصدر : إعداد الطالب. تم حساب أبعاد المسلات البحرية من المرئية الفضائية ETM 2002 بأستخدم برنامج ARC GIS 9.3 وبرنامج Google Earth Pro.

من خلال الجدول (2 ــ 6) يتضح **الآتي:**

- تتراوح قمم مساحة المسلات البحرية مابين 134 ــ 9 $متر^2$ وتعد المسلات البحرية التي تم قياسها هي أكبر المسلات البحرية على ساحل منطقة الدراسة، كما توجد العديد من المسلات صغيرة المساحة التي لاتظهر على الخرائط والصور الفضائية نتيجة لانخفاض منسوبها مثل مسلة وادي الجرفان .
- يتراوح طول المسلات البحرية مابين 31 ــ 172 متر، ويتراوح متوسط عرضها مابين 8 ــ 90 مترا، وارتفاعها مابين 1 ــ 18 مترا فوق مستوي سطح البحر، وتعد هذه

الارتفاعات كبيرة نسبيا وتعكس مدي قدرة صخور المسلات البحرية على مقاومة عوامل النحت البحرية، كما تكثر الشقوق والفواصل الصخرية بصخور المسلات البحرية .

رابعا ـ الأشكال الناتجة عن الإرساب البحري:

تعد ظاهرات الإرساب البحري من نواتج العمليات البحرية التي تقوم بها كل من الأمواج والتيارات البحرية وتيارات المد والجزر، متمثلة في الشواطئ الرملية والحصوية والصخرية، إضافة إلى الكثبان الرملية الساحلية والسبخات والنباك.

العوامل التي تساعد في تشكيل ظاهرات الإرساب البحري:

تتمثل العوامل التي تؤدي إلى نشأة وتكوين ظاهرات الإرساب في **الآتي:**

- حركة كل من الأمواج والتيارات البحرية وعملية المد والجزر واتجاهاتها وسرعتها، من العوامل الأساسية التي تحدد أشكال ظاهرات الإرساب البحري وما يرتبط بها من أشكال إرسابية.
- تعرجات خط الساحل وما يوجد به من رؤوس وخلجان بحرية، لها أثرها في عملية الإرساب البحري وتكون شواطئ رملية وحصوية.
- نوع الرواسب ومصادرها من حيث إن كانت منقولة من بيئات أخري أو هي رواسب محلية نحتتها الأمواج من الجروف القريبة وكذلك من حيث أحجامها وحبيباتها.

ويمكن تقسيم الأشكال الناتجة عن الإرساب البحري بمنطقة الدراسة إلى الآتي :

1 ـ الشواطئ: Beaches

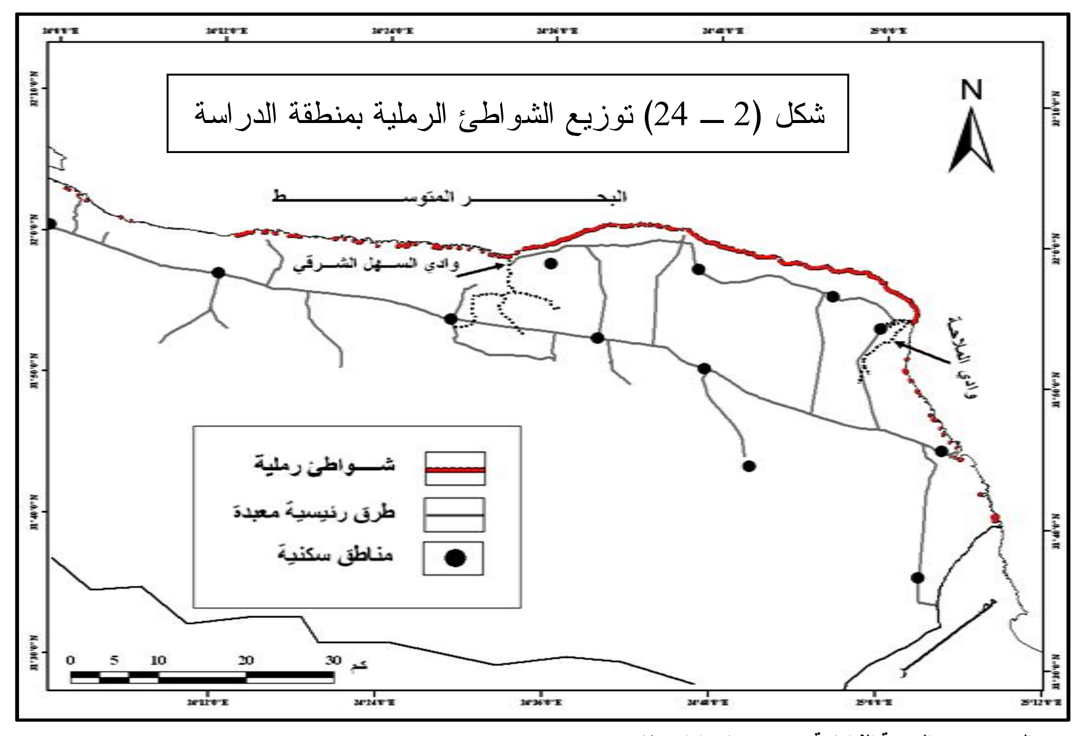
تعد الشواطئ من أهم الأشكال الإرسابية في المنطقة الساحلية، وتعرف بأنها المساحة المحصورة مابين أعلى حد يصل إليه المد وأمواج العواصف وبين أدني جزر تصل إليه مياه البحر، وتتألف الشواطئ من رواسب رملية وحصوية أرسبت بواسطة الأمواج والتيارات البحرية وتيارات المد والجزر على طول امتداد خط الشاطئ (حسن سيد احمد ابوالعنين، 1989، ص 277)، وتنقسم المنطقة الشاطئية إلى قسمين هما: الشواطئ الأمامية والشواطئ الخلفية، فالشواطئ الأمامية هي التي تمتد من مستوي أقصي مد ومستوى أدني جزر، أما الشواطئ الخلفية فهي تمتد بين أقصي مستوي يصل المد وأمواج العواصف حتى أقرب منطقة مرتفعة، ويتوقف تكوين الشواطئ على عدد من العوامل أهمها حركة الأمواج والمد والجزر والتيارات البحرية، حيث تقوم بوظائف النحت والنقل والإرساب، إضافة إلى شكل الساحل وما يوجد به من رؤوس وخلجان بحرية (Robin Davidson Arnott 2009 .pp. 7. 11).

تعددت الشواطئ على طول ساحل منطقة الدراسة من حيث كونها شواطئ رملية أو حصوية أو صخرية، وهي على النحو **التالي:**

1 ـ 1 ـ الشواطئ الرملية: Sand Beaches

تغطي الشواطئ الرملية أجزاء من ساحل منطقة الدراسة، ويبلغ إجمالي أطوالها حوالي 49 كم بنسبة حوالي 23% من جملة طول الساحل (شكل 2 ــ 24)، موزعة على عدة مناطق غير أنها تكون أكثر وضوحاً بالجزء الشمالي الشرقي من ساحل منطقة الدراسة، في المنطقة الممتدة من مصب وادي السهل الشرقي حتى مصب وادي الملاحة (شكل 2 ــ 25)، وتعد شواطئ هذه المنطقة الأكثر اتساعا في معظمها، حيث يتراوح عرضها مابين 10 ــ 150 متراً في المتوسط، وتكون شريطاً يمتد مع امتداد الساحل يتراوح طوله مابين 320 متراً إلى أكثر من 2.5 كم، وهذا يدل على أن الشواطئ الرملية ذات امتدادات كبيرة؛ ويرجع ذلك إلى استواء السطح في هذه المناطق، وابتعاد حافات الهضبة وكثرة الرواسب التي جلبتها الأمواج والتيارات البحرية وتيارات المد والجزر، إضافة إلى ضحالة المياه الشاطئية في هذه المناطق.

كما تغطي الشواطئ الرملية بعض المواقع الأخرى على طول امتداد خط الساحل، حيث سمحت ظروف بعض الخلجان ومصابات الأودية بتراكم رمال شاطئية محدودة الطول والاتساع، يتراوح طولها مابين 30 ــ 370 متراً، وعرضها مابين 20 ــ 75 متراً (شكل 2 ــ 26)، وتتكون رواسب الشواطئ الرملية من حبيبات رملية وكلسية ناعمة ومتوسطة الحجم إلى خشنة مع بقايا من الأصداف المفتتة مع حبيبات جيرية مشتقة من صخور الحجر الجيري (أحمد سعيد الشريف، وآخرون، 1990، ص113، 115).



شكل (2 ــ 24) توزيع الشواطئ الرملية بمنطقة الدراسة

المصدر : من المرئية الفضائية ETM باستخدام برنامج Arc GIS 9.3 .

شكل(2 ــ 25) شاطئ رملي بمنطقة أم ركبة (31.58,09 شمالا، 24.56,34 شرقا)



شكل (2 ــ 26) شاطئ رملي بمصب وادي الشقة (321.47,53 شمالا، 25.03,34 شرقا)



ومن خلال التحليل الحجمي لعينات رمال الشواطئ على ساحل منطقة الدراسة، جدول (2 ــ 7) نلاحظ **مايلي:**

- نلاحظ اختلافات في حجم رواسب الشواطئ، فبعضها ناعم جدا والبعض الآخر أقل نعومة إلى خشن، حيث بلغت نسبة الرمال الناعمة في العينة الأولي 25%، وفي العينة الثانية 31.25% و في العينة الثالثة 0.05% وفي العينة الرابعة 38.05%.
- يتراوح متوسط حجم رواسب الشواطئ مابين 13.8% رمل ناعم جدا، و 35.7% رمل متوسط ، و1.8% رمل خشن جدا.
- تميزت شواطئ منطقة الدراسة بسيادة الرمال الناعمة والمتوسطة والخشنة في العينات التي تم تحليلها، وهذا يؤكد على وجود علاقة مابين متوسط حجم الرواسب وعمليات

النحت والإرساب، حيث تقوم الأمواج والتيارات البحرية وتيارات المد والجزر بنقل الرواسب الناعمة والمتوسطة وإرسابها في المناطق الشاطئية الضحلة، كما نلاحظ أن الشواطئ التي تتميز رواسبها بالخشونة، هي شواطئ يكثر فيه النحت ويقل فيها الإرساب مثل شواطئ منطقة العقيلة.

جدول (2 ــ 7) التحليل الحجمي لعينات رواسب الشواطئ (الحجم بالملليمتر)

الرقم	موقع العينة	الأحداثيات	رمال خشنه جدا %	رمال خشنه %	رمال متوسطة %	رمال ناعمة %	رمال ناعمة جدا %
1	شاطئ رأس عزاز	31.58,09 / ش 24.56,34 / ق	0.35	5.30	49.90	25.00	19.35
2	شاطئ أم ركبة	31.58,09 / ش 24.56,34 / ق	0.40	7.10	56.50	31.25	4.85
3	شاطئ العقيلة	31.42,29 / ش 25.07,25 / ق	6.45	86.40	7.10	0.05	ــــ
4	شاطئ رأس بياض	32.02,33 / ش 24.01,37 / ق	0.05	1.35	29.30	38.05	31.15
المتوسط	ــــــ	ــــ	1.8	25.0	35.7	23.5	13.8

المصدر : الدراسة الميدانية : 11/ 2009 ــ 1 /2010. تم تحليل العينات بالمعمل المركزي للتحاليل بجامعة عين شمس.

1 ــ 2 ـ الشواطئ الحصوية: Shingle Beaches

تعد الشواطئ الحصوية الأقل انتشارا على طول ساحل منطقة الدراسة، ويقتصر وجودها على السواحل والأخاديد التي تمتد داخل اليابس وفي الخلجان الصغيرة التي لا يزيد امتدادها على عدة أمتار، وفي مصبات بعض الأودية مثل وادي الخبطة ووادي الزيتون، وعند قواعد الجروف، ويلاحظ على هذه الرواسب الحصوية أن حجمها يزداد ويصبح أكثر خشونة كلما ابتعدنا عن المنطقة الشاطئية واتجهنا نحو حافة الجروف وعادة ما تكون مختلطة بالرمال في بعض المواقع، بينما تزداد دقة ويصبح سطحها أكثر نعومة ويكون أكثر استدارة كلما اقتربت من مياه البحر، ولاسيما عند مستوي المد والجزر وحركة الأمواج، حيث تعمل مياه البحر على تسوية وصقل الحواف ذات الزوايا في هذه الرواسب، ويكون لحركة المياه الدور الأساسي في تحويل القطع الصخرية إلى أشكال مستديرة وشبة مستديرة ومفلطحة ويوضح (شكل 2 ــ 27) مدي استدارة الحصى والجلاميد الواقع في حركة الأمواج والمد والجزر.

ومن خلال القياسات الميدانية لأبعاد للشواطئ الحصوية بمنطقة الدراسة بالجدول (2 ــ 8)، ومن قياسات أبعاد حبات الحصى والجلاميد* نلاحظ **مايلي** :

---

* **تم خلال الدراسة الميدانية قياس أبعاد حبات الحصى والجلاميد من الشواطئ الحصوية وذلك عن طريق أخذ مساحة متر مربع من كل شاطئ وقياس أبعاد 100 حبة من الحصى والجلاميد، لمزيد من المعلومات عن طريقة القياس انظر (جودة حسنين جودة ومحمود عاشور 1991، ص 226، 234)**

جدول (2 ــ 8) أبعاد الشواطئ الحصوية

الرقم	الموقع	الأحداثيات	طول الشاطئ (متر)	متوسط عرض الشاطئ (متر)	متوسط أبعاد الحصى والجلاميد (ملم)				
					متوسط الطول	متوسط العرض	متوسط السمك	متوسط الاستدارة	متوسط الفلطحة
1	شاطئ حصوي مصب وادي الخبطة	32.01,36 / ش 24.03,10 / ق	60	10	25	18.1	10.2	260.6	2.0
2	شاطئ حصوي مصب وادي بوخطيطة	32.01,20 / ش 24.03,29 / ق	70	15	30	22.2	11.5	209.5	2.6
3	شاطئ حصوي مصب وادي الزيتون	32.01,01 / ش 24.04,47 / ق	43	16	27	20.4	12.0	423.5	2.0
4	شاطئ حصوي الجروف البحرية الدالية	32.00,43 / ش 24.05,27 / ق	152	13	32.7	24.3	13.0	191.9	2.1
المتوسط	ـــــــ	ـــــــ	80	13.5	28.6	21.2	11.6	271.3	2.1

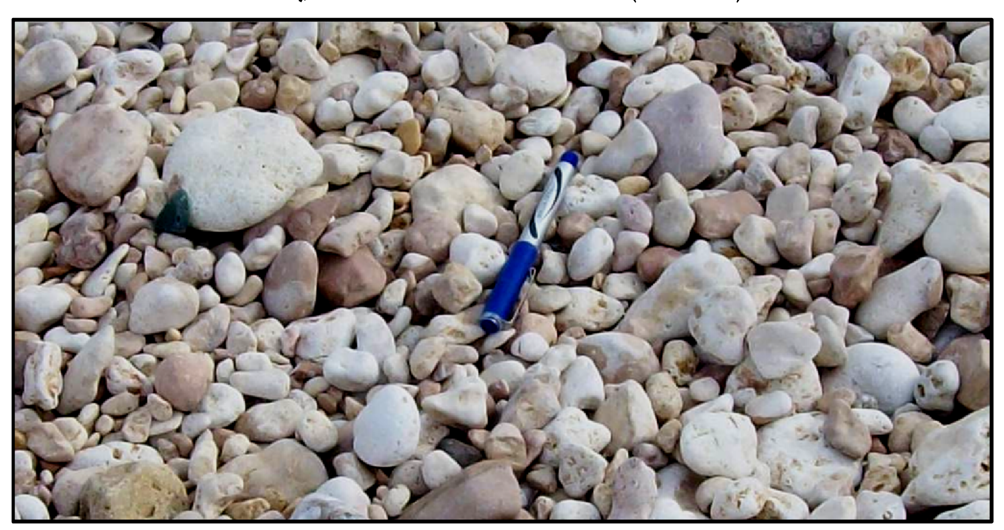
المصدر: الدراسة الميدانية 2009 / 2012 .

- لاتغطى الشواطئ الحصوية بساحل منطقة الدراسة أكثر من 3% بمسافة حوالي 6 كم من جملة طول ساحل منطقة الدراسة، ولايزيد امتداده مع خط الساحل عن 80 متر في المتوسط، ولايزيد عرضها في الغالب من مياه البحر حتي أقرب جرف عن 20 متر.
- نلاحظ امتداد أغلب الشواطئ الحصوية بمنطقة الدراسة أمام بعض الجروف وفي أغلب مصابات الأودية بمنطقة باب الزيتون، ويرجع تركيزها في هذه المنطقة إلى شدة انحدار مجاري الأودية وقصرها النسبي، حيث إن لقوة السيول في هذه الأودية القدرة على حمل قطع الحصى والجلاميد وإرسابها في مصبات الأودية، إضافة إلى وقوع مصبات الأودية في أماكن غير محمية من حركة الأمواج وقوتها.
- تتكون الشواطئ الحصوية بمنطقة الدراسة من رواسب مختلفة الأحجام من الحصى والجلاميد مفلطحةالشكل والمستدير وشبة المستدير الذي يتراوح متوسط طولها مابين 25 ــ 32.7 ملم ومتوسط عرضها مابين 18.1 ــ 24.3 ملم، في حين يتراوح متوسط سمكها مابين 10.2 ــ 13.0 ملم .
- تتميز أغلب رواسب الشواطئ الحصوية باللون الأبيض المائل إلى الرمادي وبعضها يميل إلى اللون الأحمر المصفر، كما ترتفع في معظم الشواطئ التي في مصبات الأودية نسبة الحصى والجلاميد المستدير وشبة المستدير، ومن خلال تحليل معدل الاستدارة يتراوح متوسط معدل الاستدارة مابين 191.9 ــ 423.5، وهذا يدل على أنها منقولة عبر مجاري الأودية، حيث تعرضت لعمليات الاحتكاك بفعل مياه السيول عبر مجاري الأودية مما ساعد على تحويلها إلى أشكال أقرب إلى الاستدارة، إضافة إلى دور مياه البحر التي تساهم بعد وصول الحصى والجلاميد إليها في زيادة نسبة الاستدارة.

*** تم حساب معدل الاستدارة من خلال المعادلة 2 نق/ طول الحصى × 1000 ، وتتراوح معدلات الاستدارة مابين 1 - 1000، وتشير القيمة القريب من 1000 إلى شدة استدارة الحصى (جودة حسنين جودة ومحمود عاشور 1991، ص 226، 234)**

- انخفاض نسبة استدارة الحصى في الشواطئ التي تمتد أمام الجروف البحرية، وهذا يدل على أنها رواسب محلية وغير منقولة، وأكثر عرضة لعمليات النحت البحري، لذلك تقوم الأمواج بنحتها من الجروف القريبة وإعادة صقلها عن طريق حركة العجيج والخضربة (شكل 2 ــ 28)، لذلك سجل متوسط معدل استدارة عينة شواطئ الجروف أقل نسبة بلغت 191.9.
- ارتفعت في أغلب مناطق القياس نسبة الحصى بحجم مابين 4 ــ 20 ملم إلى أكثر من 50% من جملة عينات القياس، وتعد الشواطئ الحصوية التي تمتد أمام الجروف البحرية هي أكثر الشواطئ التي ترتفع فيها نسبة الحصى، إضافة إلى الأجزاء الواقعة في حركة الأمواج والمد والجزر.

شكل (2 ــ 27) حصى وجلاميد بمصب وادي الزيتون



شكل (2 ــ 28) شاطئ حصوي أمام الجروف البحرية بمنطقة باب الزيتون



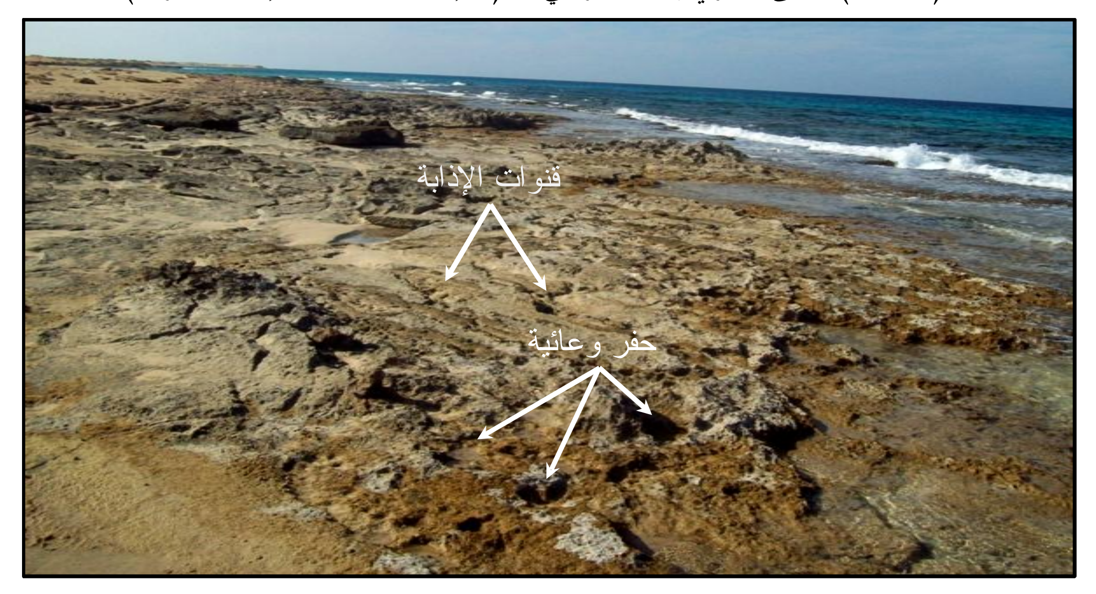
1 ـ 3 ـ الشواطئ الصخرية: Rocky Beaches

هي عبارة عن مسطحات صخرية تظهر في الأجزاء الأمامية للشواطئ وتشـرف علـى مياه البحر مباشرة على شكل أرصفة بحرية، غير أن ارتفاعها عن مستوي سـطح البحـر لا يزيد عن 0.50 متر في المتوسط .

تكون الشواطئ الصخرية نسبة 8% من جملة طول خط الساحل بمسافة حوالي 15 كـم، وتنتشر في عدة أجزاء من خط الساحل وتكون أكثر وضوحا في الجزء الشمالي الشرقي مـن منطقة الدراسة، في المنطقة الممتدة من مصب وادي السـهل الشـرقي حتـي مصـب وادي الملاحة، ونظرا لانخفاض درجة الانحدار العام واستواء السطح تظهر الشـواطئ الصـخرية بوضوح في هذه المناطق، موزعة على شواطئ مرسي لك وجنزور وأم ركبة ورأس عـزاز والعقيلة (شكل 2 ــ 29)، وتعد صخور الكالكارنيت هي أكثر الطبقات الصـخرية وضـوحا التي تكون الشواطئ الصخرية، كما تظهر على سطح الشواطئ الصخرية العديد من الأشـكال الناتجة عن عمليات النحت البحري تتمثل في **الآتي** :

- **الحفر الوعائيــة** " حفر الإذابة " : تعد من أكثر الأشكال وضوحا على الشواطئ الصخرية بمنطقة الدراسة، وترجع عملية تكوينها إلى عملية الإذابة بمياه البحر، ويتراوح قطر حفـر الإذابة مابين 2 ــ 10 سم، ويتراوح عمقها مابين 1 ــ 6 سم، كما قد تلتحم مجموعة مـن الحفر الصغيرة لتكون حفرة واحدة كبيرة يصل قطرها إلى أكثر من 40 سم، كما تعد هذه الحفر من أهم الأشكال التي تؤدي إلى تغير في مسـتوي أسـطح الشـواطئ الصـخرية وانخفاض منسوبها؛ وذلك عن طريق عملية النحت الوعائي والتحلل والإذابة الكيميائية.
- **قنوات الإذابة :** تظهر على أغلب الشواطئ الصخرية بمنطقة الدراسة في شـكل خطـوط صغيرة، ولايتعدى عرضها بضعة سنتمترات، وقد تكونت قنوات الإذابة أثناء المد العـالي وأمواج العواصف التي تغطي أسطح هذه الشواطئ عند رجوع المياه نحو البحـر، حيـث تعمل على إذابة المناطق الضعيفة من أسطح الصخر مما يؤدي إلى تكون شكل المسـيلات المائية الصغيرة التي تصرف المياه نحو البحر.
- **الشرشرة الصخرية :** تميزت غالبية الشواطئ الصخرية بمنطقة الدراسـة بالخشـونة وعدم الانتظام .
- تعد الشواطئ الصخرية من أكثر المناطق الساحلية التي تعيش وتنمو عليها وتتكاثر فيهـا الطحالب البحرية، وتساهم هذه الطحالب في تفتيت وإذابة الصخور، كما ظهـرت علـى الشواطئ الصخرية بعض القشور الملحية البيضاء داخل بعض الحفر الصـغيرة؛ وذلـك نتيجة لعمليات التبخر خلال فصل الصيف.

شكل(2 ـــ 29) شاطئ صخري بمنطقة مرسي لك (32.01,04 شمالا، 24.45,39 شرقا)



1 ـ 4 ـــ الخصائص المورفومترية للمنطقة الشاطئية:

تم قياس 10 قطاعات من الشواطئ الأمامية بطول حوالي 136 متراً، ويوضح الجدول (2 ــ 9) والشكل (2 ــ 30 و2 ــ 31) الخصائص المورفومترية لقطاعات الشواطئ الأمامية.

من خلال القياسات الميدانية لقطاعات الشواطئ الأمامية يتضح **الآتي:**

- يتراوح عرض الشواطئ الأمامية المقاسه ميدانيا مابين 6 و 20 متراً بمتوسط 14 متراً وهي تعد قليلة الاتساع نسبياً، غير أنها قد تزيد عن هذا المعدل في بعض الشواطئ الأخرى.
- يرتبط اتساع الشواطئ الأمامية بمنطقة الدراسة إلى حد كبير بمدي ارتفاع الشواطئ الخلفية، وإلى عمليات الإرساب البحري الناتجة عن ارتفاع الأمواج، وإلى اقتراب حافات الهضبة من الساحل بحيث لا تترك مجالا للأمواج بأن تقوم بعملية الإرساب، ففي بعض المواقع من خط الساحل ترتفع بها الشواطئ الخلفية وتقترب فيها الجروف البحرية التي تطل على خط الساحل، ويلاحظ قلة عرض الشواطئ، مثل المنطقة الممتدة من وادي أم الشاوش حتي مصب وادي السهل الشرقي، وفي المنطقة الممتدة من وادي الملاحة حتي الحدود الشرقية لليبيا مع مصر، حيث تشرف الهضبة على البحر بجروف بحرية، بينما في الشواطئ التي تتميز بشواطئ خلفية منخفضة ومتسعة، يلاحظ اتساع الشواطئ الأمامية بشكل كبير نسبيا، كما في الشواطئ الرملية بمنطقة رأس عزاز أم ركبة ومرسي لك وجنزور.

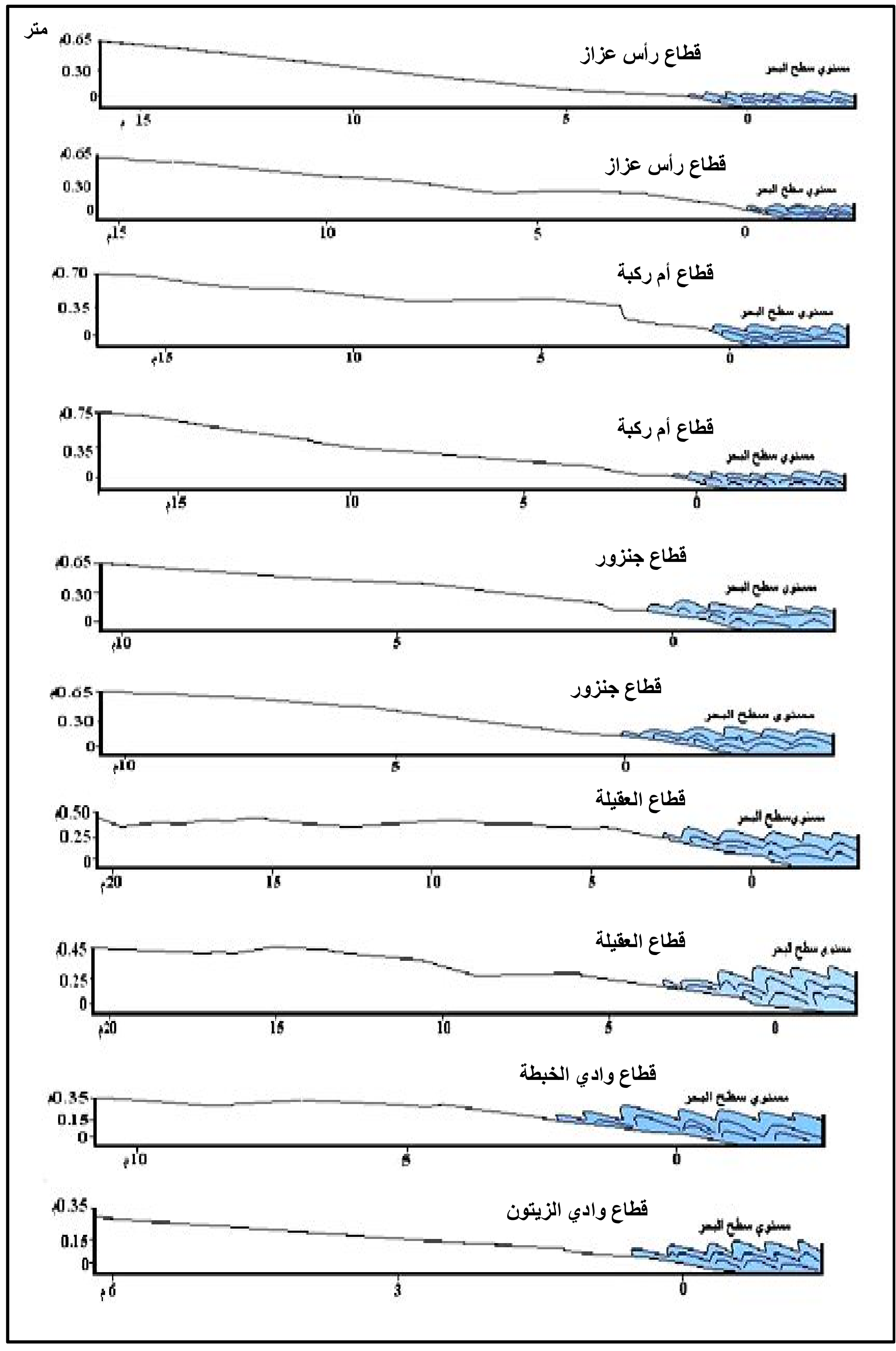
- يبلغ ارتفاع الشواطئ عن مستوي سطح البحر مابين 0.35 ــ 0.70 متر بمتوسط حوالي 0.65 متر، وتعتبر الشواطئ الرملية بمنطقة أم ركبة هي الأكثر ارتفاعا، في حين تساوت شواطئ رأس عزاز وجنزور في الارتفاع، ويرجع سبب ارتفاع الشواطئ الرملية؛ إلى استواء السطح في هذه المناطق وابتعاد حافات الهضبة، وكثرة الرواسب التي جلبتها الأمواج والتيارات البحرية وتيارات المد والجزر، إضافة إلى ضحالة المياه الشاطئية.
- تعتبر الشواطئ الحصوية بوادي الزيتون وادي بوخطيطة وأمام قواعد الجروف، هي الأقل في الارتفاع، ويرجع السبب في قلة ارتفاعها؛ إلى قربها من حواف الجروف البحرية، وإلى ارتفاع الأمواج وجرفها لهذه الرواسب، وتعامدها على خط الساحل وعمق المياه الشاطئية.
- تتراوح درجة انحدار الشواطئ ما بين 2° ــ 8° درجات بمتوسط 4.1° درجات، أي أنها تتراوح مابين المناطق الهينة الانحدار والمتوسطة، وتعد الشواطئ الرملية هي الأكثر انحداراً خاصة في منطقة أم ركبة ورأس عزاز وجنزور، وتعد شواطئ العقيلة هي الأقل انحداراً.
- نلاحظ قلة انتشار الشواطئ الحصوية وقلة اتساعها حيث تتراوح مابين 10 ــــ 16 متر وتتوزع في أماكن محدودة جداً، مثل الأخاديد الصغيرة ومصبات بعض الأودية وأمام قواعد بعض الجروف البحرية خاصة بمنطقة باب الزيتون، إضافة إلى الاختلاف في حبات الحصى من مكان إلى آخر بل في نفس الشاطئ.

جدول (2 ــ 9) الخصائص المورفومترية لقطاعات الشواطئ الامامية

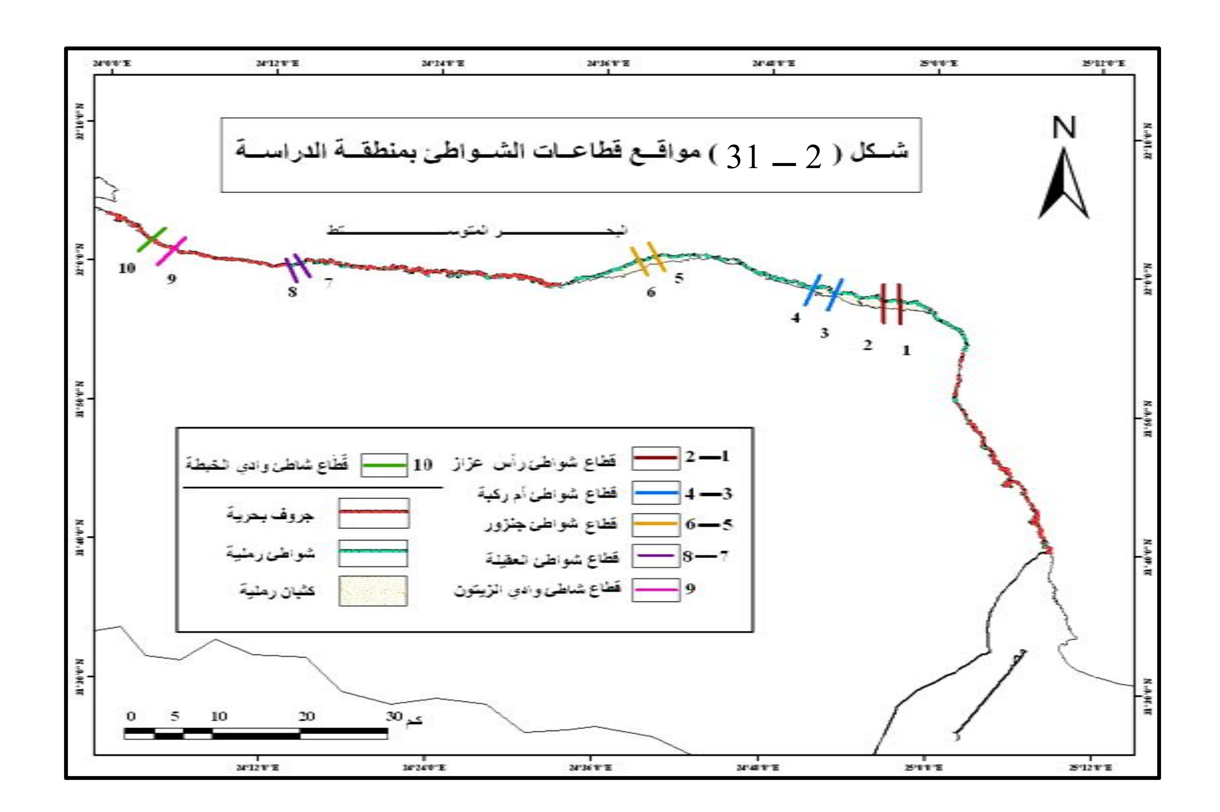
الرقم	المنطقة الشاطئية	وصف الشاطئ	الأحدثيات	طول القطاع	الارتفاع عن مستوي سطح البحر	درجة الانحدار
1	رأس عزاز	شاطئ رملي	31.57,51 / ش 24.59,07 / ق	15	0.65	4
2	رأس عزاز	شاطئ رملي	31.57,46 / ش 24.59,19 / ق	15	0.65	6
3	زاوية أم ركبة	شاطئ رملي	31.58,09 / ش 24.56,34 / ق	15	0.70	8
4	زاوية أم ركبة	شاطئ رملي	31.58,09 / ش 24.56,38 / ق	15	0.75	7
5	جنزور	شاطئ رملي	32.01,12 / ش 24.40,09 / ق	10	0.65	3
6	جنزور	شاطئ رملي	32.01,12 / ش 24.40,33 / ق	10	0.65	3
7	العقيلة	شاطئ رملي	32.00,09 / ش 2413,37 / ق	20	0.50	2
8	العقيلة	شاطئ رملي	32.00,09 / ش 24.13,37 / ق	20	0.45	2
9	وادي الخبطة	شاطئ حصوي	32.01,36 / ش 24.03,10 / ق	10	0.35	3
10	وادي الزيتون	شاطئ حصوي	32.01,01 / ش 24.04,47 / ق	6	0.35	3
المتوسط	ــــــ	ــــــ	ــــــ	14	0.65	4.1

المصدر: الدراسة الميدانية 20 – 29 / 11/ 2009 ــ 5 – 20 / 1 /2010.

شكل (2 ــ 30) قطاعات انحدار الشواطئ الأمامية بمنطقة الدراسة (متر)



المصدر: إعدد الطالب من الدراسة الميدانية.



2 ـ الكثبان الرملية الساحلية:

تعد الكثبان الرملية من أهم أشكال الإرساب البحري انتشارا بالمنطقة الساحلية، نظرا لسيادة الظروف المناخية الجافة وشبة الجافة ووفرة الرواسب الرملية، ويمكن تقسيم الكثبان الرملية التي تنتشر في المنطقة إلى نوعين **هما:**

2 ـ1 ـ الكثبان الرملية المتصلبة " الكالكارنيت:

تعرف الكثبان الرملية المتصلبة باسم تكوين اجدابيا "الكالكارنيت" وتسمي عند سكان المنطقة باسم (القرقف*)، وتظهر في شكل تجمعات في الجزء الشمالي الشرقي من منطقة الدراسة في كل من منطقة زاوية أم ركبة ومنطقة رأس عزاز ومنطقة مرسي لك بصورة متقطعة وعلى هيئة شريط ضيق لايزيد عرضة عن 300 متر، ويمتد طوله بشكل متقطع لمسافة 25 كم، ولا يغطى إلا مساحة محدود من منطقة خط الساحل تقدر بحوالي 17.6كم^2 بنسبة 0.29% من مساحة المنطقة، ويبلغ السمك الكلى الظاهر في بعض الأماكن مابين 4 ـ 9 متر، ويصل السمك في أماكن أخرى إلى حوالي 2 متر(شكل 2 ـ 32).

وهذه الرواسب عبارة عن رمال شاطئية متماسكة بمواد صلصالية يرجع عمرها إلى الزمن الرابع في الفترة الواقعة مابين عصرى البليوستوسين والهولوسين، وتتألف رواسب

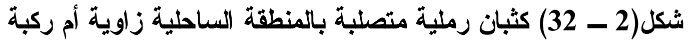
---

* تسمي رواسب الكثبان الرملية المتصلبة في اللوحة الجيولوجية اسم تكوين اجدابيا، وترجع في تكوينها إلى الزمن الرابع، ويطلق عليها سكان المنطقة اسم (قراقف او القرقف).

الكثبان الرملية المتصلبة من "الكالكارنيت" الذي يتكون من حبيبات من الحجر الجيري وفتـــات القواقع والأصداف البحرية مع حبيبات من الكوارتز وبعض قطع الحصى مع عدســـات مـــن الغرين، وهذه الرواسب هشة القوام تظهر بها الطباقية المتقطعة بشكل واضح وتتميـــز بلونهـــا الأبيض المائل إلى الرمادي الخشن إلى الأصفر الباهت (.Industrial Research Centre .(1977. P. 49.50).

من خلال التحليل الحجمي لعينات الكثبان الرملية المتصلبة، نلاحظ ارتفاع نسبة الرمـــال المتوسط والتي بلغت 60.0% من حجم العينة، في حين بلغت نسبة الرمال الناعمـــة 18.6%، وبلغت نسبة الرمال الخشنة 5.80% وهذا يدل على أنها رواسب منقولة أتت بهـــا التيـــارات البحرية وحركة المد والجزر والأمواج البحرية إلى المنطقة الشاطئية.

تظهر بهذه الرواسب التي تطل مباشرة على خط الساحل والتي تتعرض لتأثير العمليـــات البحرية العديد من الظاهرات الجيومورفولوجية الساحلية، مثل الرؤوس البحرية وبعض مـــن المسلات البحرية التي تمتد في الجـــزء الشمالي الشرقي من منطقة الدراسة فـــي كـــل مـــن منطقة زاوية أم ركبة ومنطقة رأس عزاز ومنطقة مرسي لك، إضافة إلى أن اغلب الشـــواطئ الصخرية التي ظهرت على ساحل المنطقة ترجع في نشأتها إلى الكثبان الرملية المتصلبة.



شكل(2 ــ 32) كثبان رملية متصلبة بالمنطقة الساحلية زاوية أم ركبة



2 ــ 2 ــ الكثبان الرملية الساحلية المفككة:

تنتشر الكثبان الرملية الساحلية في ساحل المنطقة، وتمتد موازية لخـــط الســـاحل وتظهـــر بوضوح في المنطقة الممتدة من مصب وادي السهل الشرقي في الغرب حتـــى مصـــب وادي الملاحة في الجنوب الشرقي لمسافة 58 كم، وأقصي عرض لها يصل إلـــى حـــوالي 2 كـــم (شكل 2 ــ 33)، وهي عبارة عن جزر صغيرة متناثرة، أو تكون متصلة من الرمال الناعمة والمتوسطة والخشنة، ومتدرجة من حيث اللون مابين الأبيض والأبيض الباهت، وعـــادة مـــا

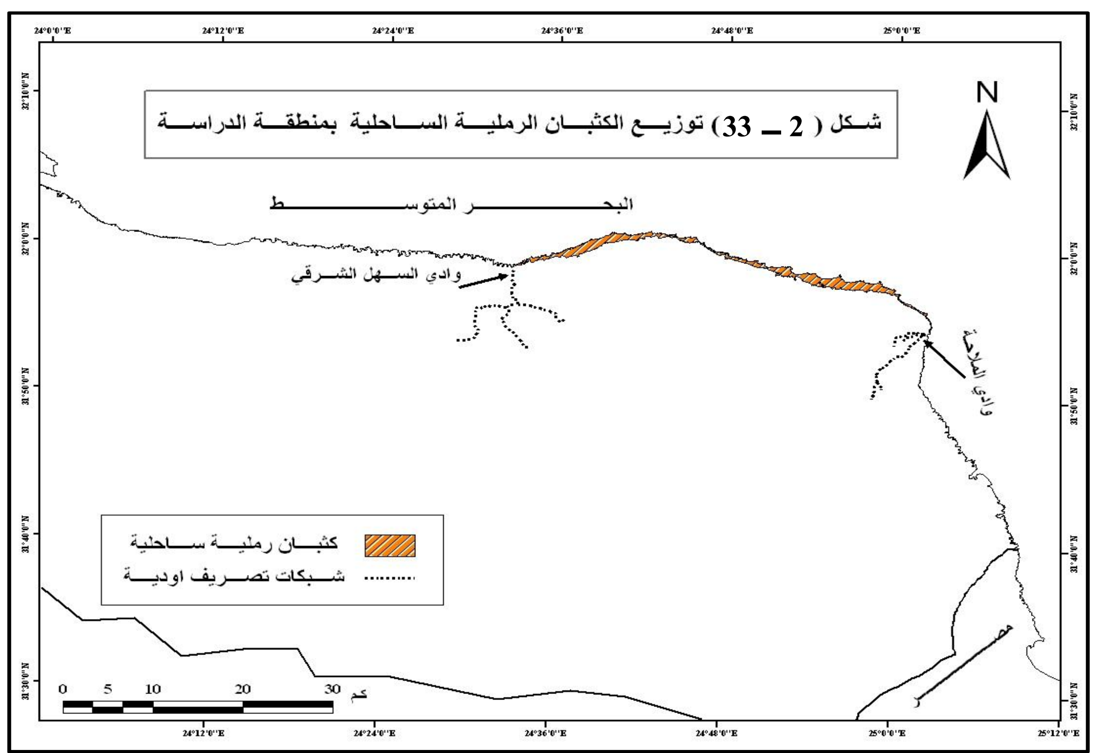
يكون سطحها متموجاً وغير مستقر، وتتألف من فتات من القواقع والأصـــداف البحريـــة مـــع حبيبات من الكوارتز، وتغطي مساحة تقدر بحوالي 38.3 كم^2 بنسبة 0.63% من جملة مساحة منطقة الدراسة، و تأخذ اتجاهات مابين شمال ــ جنوب وشمال غــرب ــ جنــوب شــرق، ويصل ارتفاعها إلى حوالي 15 متراً فوق مستوي سطح البحر، وتنمو فوقها وعلى أطرافهــا نباتات طبيعية أغلبها من الطرفا والديس (شكل 2 ــ 34)، وتحيط بالكثبان الرملية من ناحيــة الجنوب مجموعة من السبخات.

ومن أهم خصائص الكثبان الرملية الساحلية بالمنطقة، أن معظمها غير متماسك ومعــرض للتذرية بفعل الرياح، كما تعد الرواسب البحرية الشاطئية المنقولة بفعل الأمــواج والتيــارات البحرية وتيارات المد والجزر، هي المصدر الأساسي لهذه الكثبان.

2 ــ 3 ــ العوامل المؤثرة في نشاة وتكوين الكثبان الرملية:

توجد مجموعة من العوامل تساعد على نشأة وتشكيل الكثبان الرملية وتتمثل في **الآتي:**

- **عناصر المناخ :** تؤثر عناصر المناخ خاصة الرياح بشكل واضح في نشاة الكثبان الرمليــة، بشكل مباشر أو غير مباشر ومن دراسة اتجاهات الرياح السائدة بمنطقة الدراســة بالجــدول (1 ــ 9) بالفصل الأول نجد سيادة الرياح الشمالية والشمالية الغربية والغربية، لذلك تأخذ



المصدر : من المرئية الفضائية ETM باستخدام برنامج Arc GIS 9.3 .

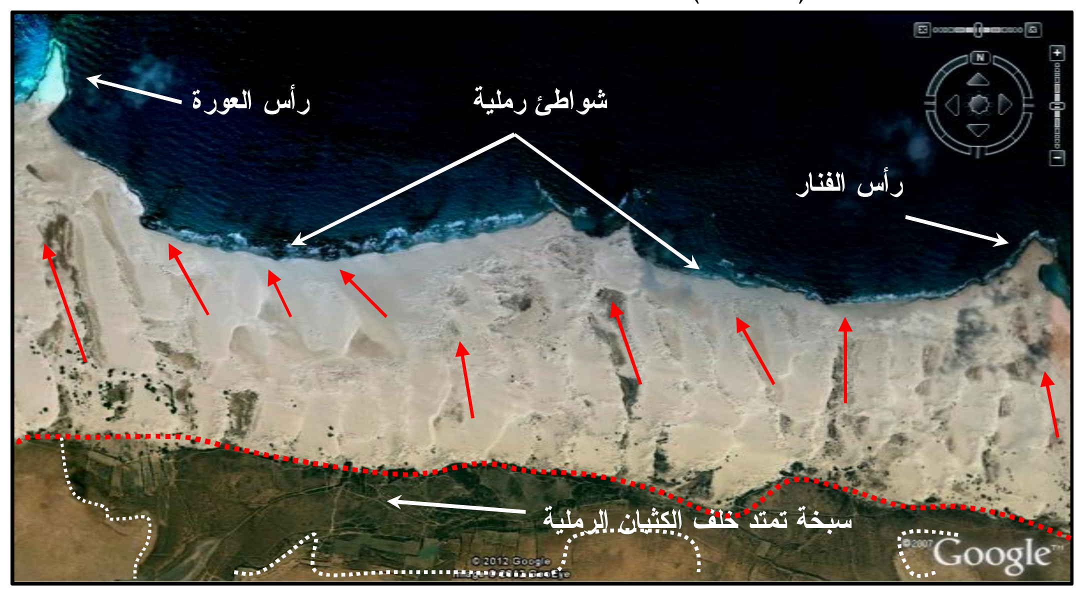
معظم الكثبان الرملية الساحلية اتجاهات مابين شمال ــ جنوب و شمال غرب ــ جنوب شرق (شكل 2 ــ 35)، وأن ارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى ارتفاع معدل التبخر؛ مما يعمل على جفاف الرواسب الرملية الشاطئية، فيساعد الرياح على نقل الرواسب وتشكيلها، وتعمل الأمطار على عرقلة حركة الكثبان الرملية، وتساعد على تماسك حبيباتها، وعلى نمو النباتات على جوانبها (نبيل سيد أمبابي، محمود محمد عاشور، 1983، ص 23، 35).

- **التضاريس:** تؤثر التضاريس المحلية بشكل واضح في نشاة الكثبان الرملية، حيث أتاح اتساع الشاطئ، في المنطقة الممتدة من مصب وادي السهل الشرقي في الغرب حتى مصب وادي الملاحة في الجنوب الشرقي، إضافة إلى استواء السطح وقلة انحداره، إلى نشأة وتكوين الكثبان الرملية، بينما تختفي الكثبان الرملية في مناطق الجروف البحرية التي تشرف على البحر مباشرة، كما هو الحال في المنطقة الممتدة من مصب وادي أم الشاوش إلى مصب وادي السهل الشرقي.
- **النبات الطبيعي:** يؤثر النبات في تكوين الكثبان الرملية وف حركة الرمال، فتتراكم الرواسب الرملية حول هذه النباتات تكونة ما يعرف بالنباك.
- **خصائص حبيبات الرمال:** تعد الخصائص النوعية والحجمية لحبيبات الرمال من العوامل التي تلعب دورا أساسيا في نمو معدل الكثبان الرملية، حيث إن حبيبات الرمال ذات الأحجام الأكبر تحتاج إلى سرعة رياح عالية لنقلها وتحريكها بعد جفافها من المنطقة الشاطئية، والعكس في حالة حبيبات الرمال الناعمة، وهذا ما سوف يظهره التحليل الحجمي لعينات رواسب الكثبان الرملية.

شكل(2 ــ 34) كثيب رملي بمنطقة أم ركبة يأخذ اتجاه شمال غرب ــ جنوب شرق بطول 170 متراً وتنمو عليه وعلى أطرافه نباتات الطرفة والديس والزيتة(24.56,46 شرقاً 31.57,43 شمالاً)



شكل (2 ــ 35) اتجاهات الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة



2 ــ 4 ــ أبعاد للكثبان الرملية :

لدراسة أبعاد الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة، تم قياس أبعاد 20 كثيب رملي وتم عــرض هذه القياسات بعد تحليلها في الجدول (2 ــ 10)، ومن خلال الجدول يمكن استنتاج **الآتي:**

- تتراوح أطوال الكثبان الرملية الساحلية مابين 170 و 750 متراً، وبمتوسط يبلــغ 427 متراً، ويوجد أطول هذه الكثبان في منطقة زاوية أم ركبة.
- يتباين عرض الكثبان الرملية مابين 90 و 300 متر بمتوسط يبلغ 165 متراً، ويلاحــظ وجود علاقة مابين الطول والعرض، فكلما زاد الكثيب طولا زاد معــه عــرض الكثيــب ويرجع السبب في ذلك؛ أنه كلما زادت كمية الرمال فوق قمــة الكثيبقــل معــدل تحركــة وبالتالي زاد انهيالها على جانبي الكثيب مما يزيد في عرضه.
- تتراوح ارتفاعات الكثبان الرملية مابين 7 و 12 متراً فوق مستوي سطح البحر، وأحيانا أقل من 7 أمتار بكثير وبمتوسط 8 أمتار، وأعلى كثيب رملي تم قياسه يصــل إلــى 12 متراً، ويطلق عليه أهالي المنطقة اسم الكوز * في منطقة زاوية أم ركبة.
- من خلال قياس درجات انحدار جوانب الكثبان الرملية، نلاحظ وجود اختلاف في درجات انحدار الجوانب المواجهة للرياح ودرجة انحدار الجوانب منصرف الرياح، ومــن تحليــل زاوية الانحدار الجانب المواجهة للرياح وجد أن فئة الانحدار السائدة هي الفئة الانحدارية الخفيفة متمثل في الفئة 3 ْــ 5 ْ درجات، أما زاوية انحدار جانب منصرف الرياح فنجــد أن فئة الانحدار السائدة هي الانحدار المتوسط إلى الشديد ومتمثل في الفئة 12 ــــ 25 ْ

* تسمي الكثبان الرملية عن سكان المنطقة محليا اسم (اكواز) ومفردها كووز ومعناه الكثبان الرملية التي لأشكل لها.

درجة، وأن هناك علاقة مباشرة بين حجم الكثبان الرملية ودرجة الانحدار فمع زيادة حجم الكثيب تزيد معه درجة انحداره بوجه عام وجانب منصرف الرياح بوجه خاص.

- تنمو على أغلب الكثبان الرملية المقاس مجموعة من النباتات أغلبها من نوع الطرفا والديس والزيتة، وهي تنمو على قمم الكثبان الرملية وعلى الأطراف، ويعتبر نبات الطرفة والديس الأكثر انتشاراً.
- تتراوح اتجاهات محاور الكثبان الرملية مابين شمال ــ جنوب وشمال غرب ــ جنوب شرق، نظرا لسيادة الرياح الشمالية والشمالية الغربية التي تهب على منطقة الدراسة إضافة إلى توفر كمية من الرواسب الرملية لتكون الكثبان.

جدول (2 ــ 10) الأبعاد المورفومترية للكثبان الرملية

الموقع	الطول متر	العرض متر	الارتفاع متر	متوسط درجة الانحدار		النبـــات	الاتجاه
				انحدار الواجهة	انحدار الخلفي		
1	170	150	10	4	15	طرفا ــ ديس	ش غ / ج ش
2	400	300	13	5	17	لا يوجد	ش غ / ج ش
3	300	180	9	5	16	طرفا ــ دبس	ش غ / ج ش
4	270	150	9	3	14	طرفا ــ ديس	ش غ / ج ش
5	325	170	8	3	12	طرفا ــ ديس	ش غ / ج ش
6	750	175	8	4	13	لا يوجد	ش غ / ج ش
7	640	115	7	4	12	لا يوجد	ش غ / ج ش
8	390	190	8	3	10	طرفا ــ ديس	ش غ / ج ش
9	500	200	12	5	12	طرفا ــ ديس	ش غ / ج ش
10	290	115	7	4	11	طرفا ــ ديس	ش / ج
11	460	185	8	5	17	لا يوجد	ش / ج
12	415	218	9	5	18	لا يوجد	ش غ / ج ش
13	580	235	9	4	17	طرفا ــ ديس	ش غ / ج ش
14	390	125	7	4	12	طرفا ــ ديس	ش غ / ج ش
15	330	120	8	5	15	طرفا ــ ديس	ش غ / ج ش
16	520	170	10	4	16	طرفا ــ ديس	ش غ / ج ش
17	400	145	8	3	15	طرفا ــ ديس	ش / ج
18	340	90	7	3	12	طرفا ــ ديس	ش / ج
19	510	130	8	4	13	طرفا ــ ديس	ش / ج
20	560	160	9	6	15	طرفا ــ ديس	ش / ج

*المصدر : الدراسة الميدانية 20 – 29 / 11/ 2009 ــ 5 – 20 / 1 /2010

2 ـ 5 ـ التحليل الحجمي لرواسب الكثبان الرملية الساحلية:

من خلال التحليل الحجمي لعينات رواسب الكثبان الرملية الساحلية جــدول (2 ـــ 11) ومن (الشكل 2 ـ 36) يتضح **الآتي** :

- تتكون أحجام حبيبات رواسب الكثبان الرملية الساحلية في الغالب من الرمال الناعمة جدا والناعمة إلى المتوسطة، حيث بلغت نسبة الرمال ناعمة الحجم والناعمة جدا فــي العينــة الأولي 43.2% وفي العينة الثانية 35.1% وفي العينة الثالثة 31.05%، بمتوسط يبلــغ 36.2%، في حين بلغت نسبة الرمال المتوسطة في العينــة الأولــي 51.05% والعينــة الثانية 60.20%، والعينة الثالثة 27.75%، بمتوسط يبلغ 46.3%، وبلغت نسبة الرمال الخشنة والخشنة جدا في العينة الأولي 5.6% ، والعينة الثانيــة4.6%، والعينــة الثالثــة 4.7%، بمتوسط يبلغ 4.9%.
- بناء على نتائج التحليل الحجمي لرواسب الكثبان الرملية، يمكن إيجاد علاقة مابين أحجام حبيبات الرمال والمصادر المنقولة منها، فكلما صغرت أحجامها وزادت نســبة الرمــال الناعمة والناعمة جدا إلى المتوسطة، دل ذلك على بعد مصدرها، نظرا لما تتعــرض لــه هذه الرواسب الرملية أثناء نقلها إلى عملية الاحتكاك وتهذيب أطرافها الــذي يقلــل مــن حجمها، وهذا ما نلاحظه على عينات الكثبان الرملية التي تم تحليلها، حيث سجلت نســبة الرمال الناعمة والناعمة جدا والمتوسطة مجتمعة في أي عينة تــم تحليلهــا أكثــر مــن 95.3%، وأن ارتفاع نسبة الرمال الناعمة والناعمة جدا إلى المتوسطة يعكــس بــدورة المحيط الذي تنحصر فيه حبيبات الرمال، إضافة إلى أن للرياح القدرة على نقل أحجــام معينة من الرواسب الرملية دون الأخرى، وهذا بدوره يعطي جودة لتصــنيف حبيبــات الكثبان الرملية (نبيل أمبابي، محمود عاشور،1985، ص 11، 17).
- ظهر فوق أسطح الكثبان الرملية وخلفها علامات النيم بشكل واضــح (شــكل2 ـ 37)، ومن خلال الملاحظات الميدانية تم التمييز بين نوعي من علامات **النيم:**

ـ ظهرت علامات نيم صغيرة ومنتظمة فوق أسطح الكثبان الرملية، وتميــزت بنعومــة رواسب رمالها وطول موجتها، وتتكون أحجام حبيبات رواسبها في الغالب مــن الرمــال الناعمة والمتوسطة، حيث بلغت نسبتها 90% من حجم العينة التي تم تحليلها.

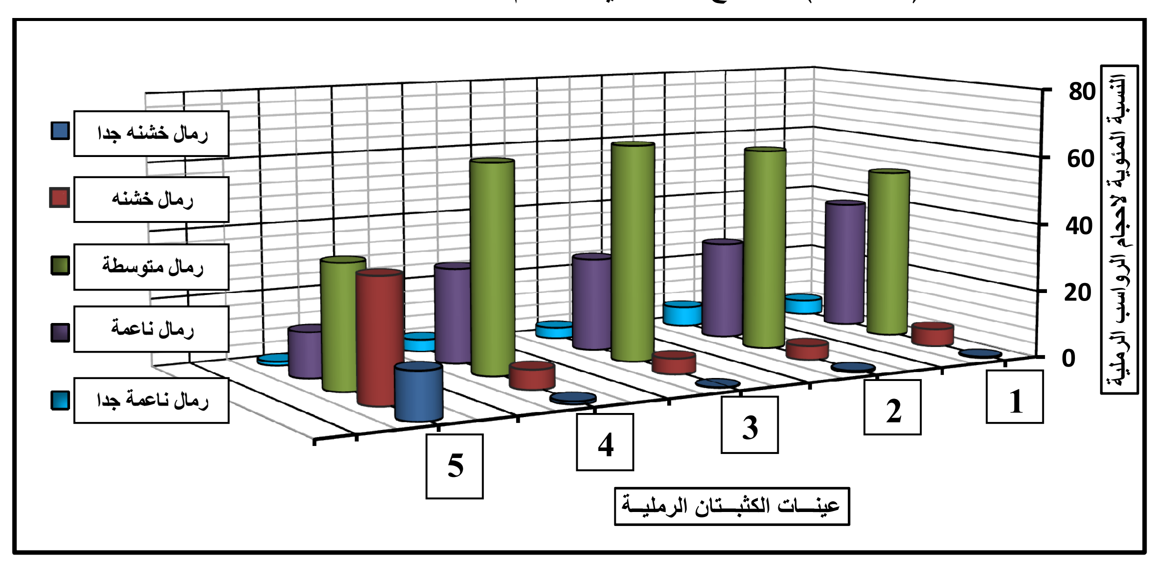
ـ علامات نيم كبيرة وغيرة منتظمة ظهرت خلف الكثبان الرملية، وتميــزت بخشــونة رواسب رمالها وقصر طول موجاتها، وتتكون أحجام حبيبات رواسبها في الغالــب مــن الرمال المتوسطة والخشنة والخشنة جدا، حيث بلغت نسبتها 85.5%.

جدول (2 ـ 11) التحليل الحجمي لعينات رواسب الكثبان الرملية

الرقم	موقع العينة	الأحدثيات	رمال خشنه جدا %	رمال خشنه %	رمال متوسطة %	رمال ناعمة %	رمال ناعمة جدا %
1	كثبان رملية رأس عزاز	31.57,51 / ش 24.59,07 / ق	0.35	5.25	51.05	38.70	4.55
2	كثبان رملية أم ركبة	31.58,09 / ش 24.56,34 / ق	0.50	4.15	60.20	29.15	6.00
3	كثبان رملية أم ركبة	31.42,29 / ش 25.07,25 / ق	0.15	4.60	64.10	27.75	3.30
4	كثبان رملية أم ركبة (نيم منتظمة)	32.02,33 / ش 24.01,37 / ق	0.80	5.75	61.55	28.25	3.60
5	كثبان رملية أم ركبة(نيم غير منتظمة)	32.02,33 / ش 24.01,37 / ق	13.60	35.65	36.30	13.35	1.15
المتوسط	ـــــــــ	ـــــــ	3.08	11.07	54.64	27.44	3.72

المصدر : الدراسة الميدانية 2011 ــ 2012، تم تحليل العينات بالمعمل المركزي للتحاليل بجامعة عين شمس.

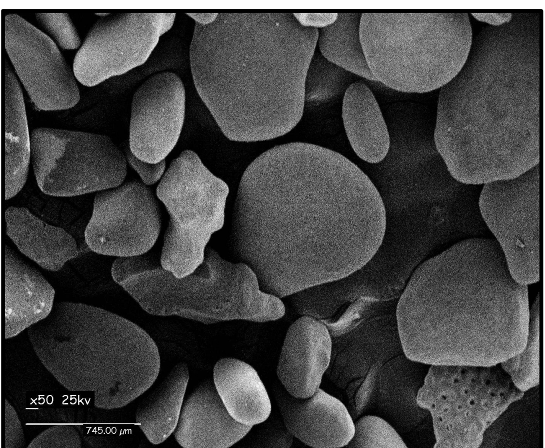
شكـــل (2 ــ 36) التوزيع التكراري لأحجام رواسب عينات الكثبان الرملية



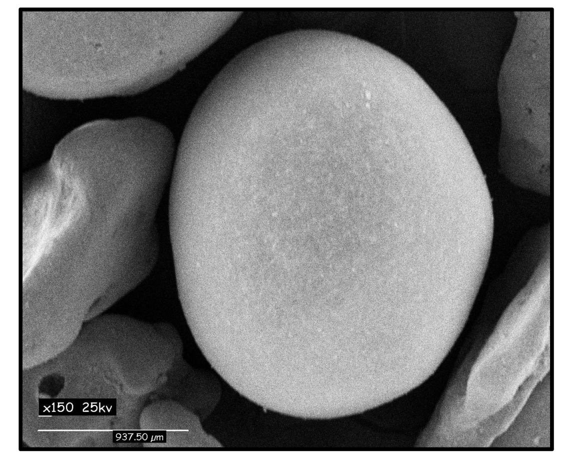
شكل (2 ــ 37) أشكال علامات النيم على سطح الكثبان الرملية



- ومن دراسة شكل حبيبات الكثبان الرملية، نلاحظ ان معظم عينات الرمال التي تم فحصها تحت الميكروسوب الالكتروني يتـــراوح شـــكلها مـــابين المســـتديرة وشـــبة المســـتديرة، وتصل نسبتها إلى حوالي 70% (شكل 2 ــ 38 و 2 ــ 39)، وترجع اســـتدارتها إلـــى فعل الرياح نتيجة لعمليات الاحتكاك واصتدامها مع بعضها البعض أثناء عمليـــة انتقالهـــا من مكان إلى اخر.
- نلاحظ تركز معظم رواسب الكثبان الرملية في فئات الرمال المتوسطة، وهذا يـــدل علـــى أن الرواسب تميل إلى ان تكون ذات تصنيف جيـــد إلـــى تصـــنيف متوســـط، ويتـــراوح تصنيفها مابين 0.62 ــ 0.98، في حين تتراوح قيم الالتـــواء مـــابين 0.21 ــ 0. 82، أي ان أغلب الرواسب ذات التواء موجب وموجب جدا، وتتراوح قـــيم معامـــل الـــتفلطح مابين 0.74 ــ 0. 92 ، مما يدل على انها مفلطحة وتشير إلى تجانس مواد الاصل التـــي أشتقت منها، ويوضح الجدول (2 ــ 12) و(الشكل 2 ــ 40) قيم المعـــاملات الحجميـــة لرواسب الكثبان الرملية.



شكل (2 ــ 38) صورة ميكروسكوبية لحبيبات رواسب الكثبان الرملية (مكبرة 50 مرة)

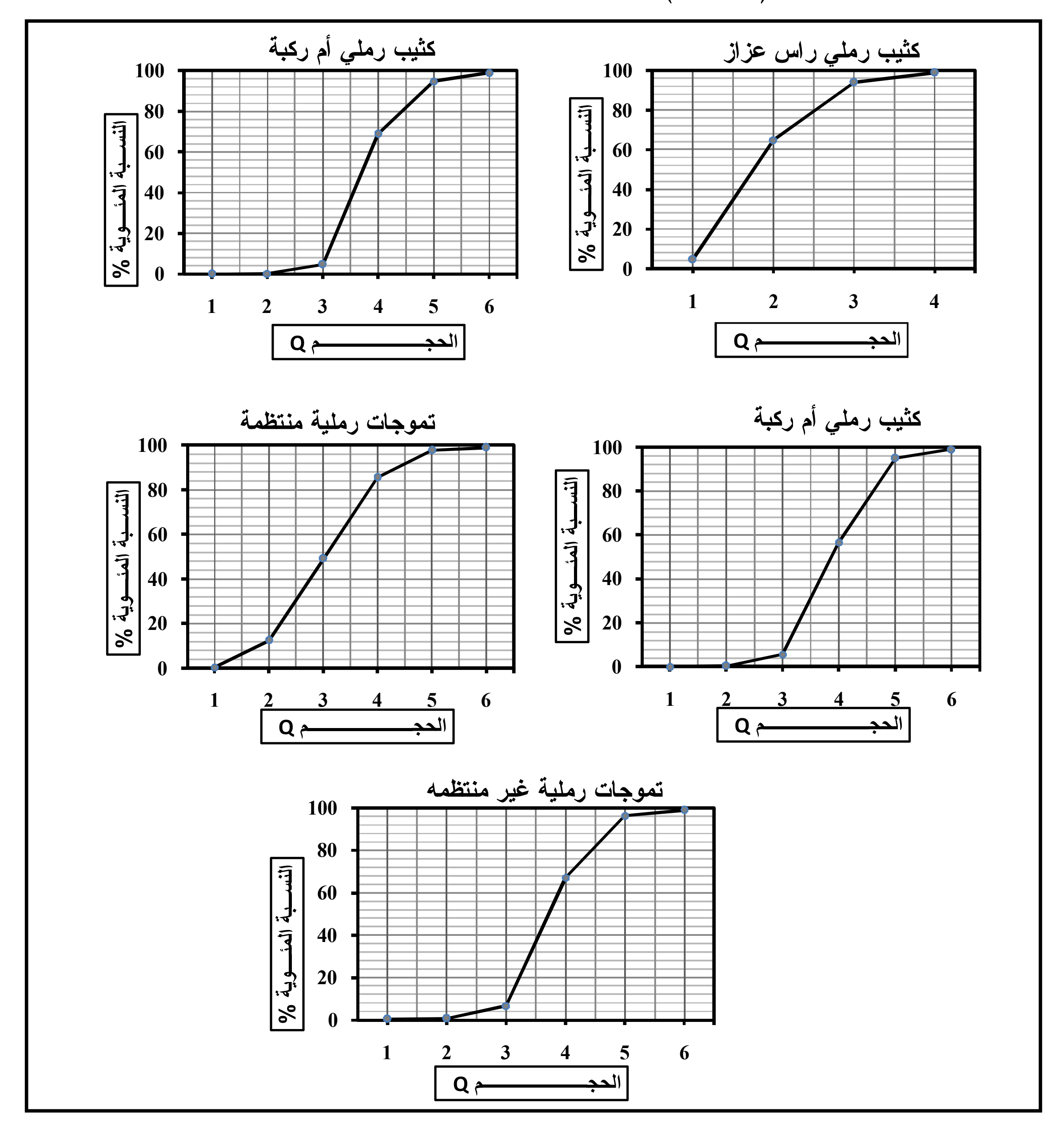


شكل (2 ــ 39) صورة ميكروسكوبية لحبة رمل مستديرة (مكبرة 150 مرة) (كثبان رملية أم ركبة)

جدول (2 ــ 12) قيم المعاملات الإحصائية لرواسب الكثبان الرملية

الرقم	موقع العينة	المتوسط	التصنيف	الالتواء	التفلطح
1	كثبان رملية رأس عزاز	1.92	0.62	0.41	0.91
2	كثبان رملية أم ركبة	1.82	0.65	0.29	0.91
3	كثبان رملية أم ركبة	1.92	0.67	0.82	0.74
4	كثبان رملية أم ركبة (نيم منتظمة)	1.72	0.98	0.21	0.92
5	كثبان رملية أم ركبة(نيم غير منتظمة)	1.82	0.65	0.29	0.82
المتوسط	————	1.8	0.71	0.40	0.86

شكل (2 ــ 40) المنحنيات التجمعية لعينات الكثبان الرملية



2 ــ 6 ــ التحليل الكيميائي والمعدني لرواسب الكثبان الرملية:

من خلال نتائج التحليل الكيميائي والمعدني لعينات رواسب الكثبان الرملية جدول (2 ــ 13) و(شكل 2 ــ 41) نلاحظ **الآتي:**

- نلاحظ سيادة معادن الأرجوانيت Aragonite، والكالسيت Celcite، والكوارتز Quartz، والسلسيت Celstite ، والبكسبيت Bixbyit، وتعد معادن الارجوانيت والكالسيت " كربونات الكالسيوم " هي المعادن الأساسية في جميع العينات، حيث تصل نسبتها إلى اكثر من 70 % من جملة العينات.

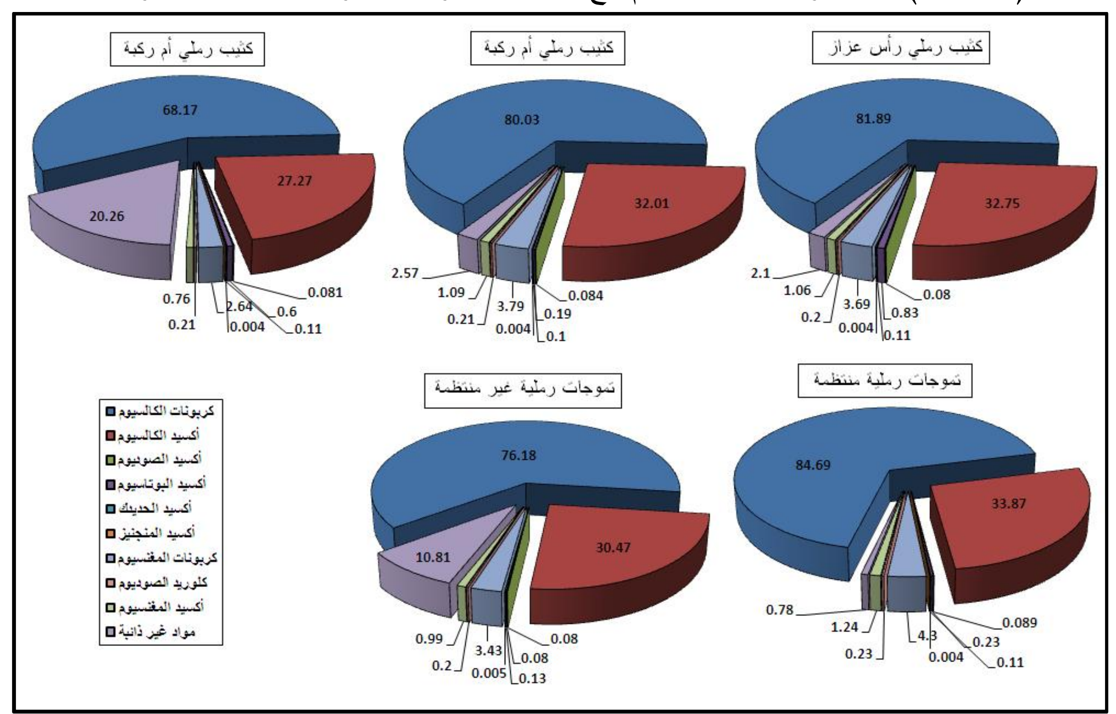
- نلاحظ ارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم **$CaCo_3$** عن بقية العناصر، حيث تتراوح نسبتها مابين 76.1% و 84.6% بمتوسط يبلغ 78.1% ، ويرجع تركز كربونات الكالسيوم في رواسب الكثبان الرملية إلى وفرة مفتتات وقشور الاصداف البحرية التي تتواجد بكثرة في رواسب الكثبان الرملية، إضافة إلى وفرة الصخور الجيرية والدولوميتية التي تغطي جميع إجزاء منطقة الدراسة.

جدول (2 ــ 13) التحليل الكيميائي لعينات رواسب الكثبان الرملية

الرقم	موضع العينة	$CaCO_3$ % كربونات الكالسيوم	CaO % أكسيد الكالسيوم	Na_2O % أكسيد الصوديوم	K_2Ol % أكسيد البوتاسيوم	Fe_2O_3 % أكسيد الحديك	MnO % أكسيد المنجنيز	$MgCO_3$ % كربونات المغنسيوم	NaCL % كلوريد الصوديوم	MgO % أكسيد المغنسيوم	مواد غير ذائبة
1	كثب رملية رأس عزاز	81.89	32.75	0.080	0.83	0.11	0.004	3.69	0.20	1.06	2.10
2	كثب رملية أم ركبة	80.03	32.01	0.084	0.19	0.10	0.004	3.79	0.21	1.09	2.57
3	كثب رملية أم ركبة	68.17	27.27	0.081	0.60	0.11	0.004	2.64	0.21	0.76	20.26
4	كثب رملية أم ركبة (نيم منتظمة)	84.69	33.87	0.089	0.23	0.11	0.004	4.30	0.23	1.24	0.78
5	كثب رملية أم ركبة(نيم غير منتظمة)	76.18	30.47	0.080	0.08	0.13	0.005	3.43	0.20	0.99	10.81
المتوسط	ـــــــــ	78.19	31.27	0.08	0.38	0.11	0.004	3.57	0.21	1.02	7.30

المصدر : الدراسة الميدانية : 2012، تم تحليل العينات بالمعمل المركزي للتحاليل بجامعة عين شمس/ كلية العلوم.

شكل (2 ــ 41) نسبة كربونات الكالسيوم مع بقية العناصرلعينات رواسب الكثببان الرملية



3 ـ النبــاك الساحلية: Nebkas

النباك " العتل " عبارة عن تجمعات من الرمال المتراكمة تنمو حول النباتات ولا يتجاوز ارتفاعها 3 أمتار في المتوسط وقد يقل ارتفاعها عن نصف متر، وهي تتكون عندما تعــرض حركة الرياح المحملة بالرمال عقبة تتمثل في أغلب الأحيان بأحد النباتات السائدة في المنطقــة مثل نبات الطرفة والديس والزيتة ، وتظهر النباك بأشكالها المتعددة تبعا لاختلاف نوع النبــات المثبتة لها في اتجاه منصرف الرياح (عبد الحميد احمد كيلو، 1986، ص15).

3 ـ 1 ـ توزيع النباك:

تنتشر النباك بمنطقة الدراسة في شكل تراكمات رملية، وتظهــر فــي المنطقــة الممتــدة من مصب وادي السهل الشرقي حتي مصب وادي الملاحــة، وتــم قيــاس 25 نبكــه فــوق الكثبان الرملية وعلى أطراف السبخات الساحلية ومن خلال القياســات الحقليــة للنبــاك فــي المنطقة جدول (2 ــ 14) يتضح **الآتي** :

- تتراوح أطوال النباك في المنطقة مابين 1.50 و 18 متراً بمتوسط عام للطــول 8.50 متر، وترجع الزيادة في أطوال النباك إلى توفر مصدر للرمال حيث القرب من الكثبــان الرملية ووجود غطاء نباتي، وارتفاع منسوب المياه الأرضية التي تؤدي إلــى ترطــب السطح وتتماسك حبيبات الرمال وتقلل من حركتها وانتقالها، إضافة إلى قدرة النباك على النمو والازدهار، حيث نلاحظ أن نبات الطرفة هو أكثر النباتات التــي تكــون النبــاك الكبيرة.
- يتراوح عرض النباك مابين 1.50 و 11 متراً، وبمتوسط حوالي 6 أمتار، و لــوحظ أن هناك علاقة طردية مابين طول وعرض النباك، فكلما زاد طول النبكة زاد معه عرضها، ويظهر هذا في كل النباك المدروسة.
- يبلغ ارتفاع النباك عن الأرض المحيطة مابين 0.75 و 4 أمتار وبمتوسط عــام 2.50 متر، ويسجل نبات الطرفة أعلى الارتفاعات، في حين يعتبر نبات الزيته هو الأقل فــي الارتفاع حيث إن هناك علاقة بين حجم النباك ونوعية وحيوية النبات من جهة أخــري، فكلما زاد ارتفاع النبات زادت حيوية وزادت قدرته على تصيد حبات الرمال، حيث سجل أعلى ارتفاع للنبات حوالي 3 أمتار بمتوسط 1.50 متر.
- من خلال تحليل زاوية انحدار جوانب النباك تتراوح زوايا الانحدار علــى المنحــدرات الأمامية على سطح النباك بين 6° ــ 13° درجة بمتوسط 10° درجات، وتتمثل في الفئة

---

* يطلق سكان المنطقة على النباك الساحلية أسم العتل.

الانحدارية المتوسطة إلى الشديدة الانحدار بحيث تتراوح درجة انحدار المنحدرات الخلفية للنباك مابين 3° ــ 10° درجات بمتوسط 6° درجات.

- تتمثل أغلب النباك المدروسة في المنطقة الساحلية في ثلاث أنواع من النبات، نبات طرفة، نبات الديس ، نبات الزيته، ويتضح أن أبعاد النباك تنمو بمعدلات ثابتة في أي مرحلة من مراحل تطورها، حيث إن هناك مجموعة من العلاقات بين الطول والعرض والطول والارتفاع وارتفاع النبات، فمع ارتفاع النباك عن طريق تراكم الرمال يزداد طول وعرض النباك حيث يؤدي ذلك إلى زيادة انهيال الرمال على الجوانب مما يؤدي إلى زيادة الطول وارتفاع النباك (عزة احمد عبدالله، 2005، ص 103 ، 135).

جدول (2 ــ 14) أبعاد النباك (متر)

الموقع	الطول	العرض	الارتفاع	درجة الانحدار		نوع النبات	ارتفاع النبات	حالة النباك
				المواجه	الخلفي			
1	18	11	3	10	7	طرفة	2	جيدة
2	7	6	3	6	3	طرفة	2	جيدة
3	4	3	3	7	4	ديس	1	متدهورة
4	6	4	2	9	6	طرفة	1.5	جيدة
5	10	7	2.5	8	5	طرفة	2	جيدة
6	2	1.5	1	11	8	زيته	0.5	جيدة
7	19	11	4	12	8	طرفة	2	جيدة
8	13	10	3	10	8	طرفة	1.5	جيدة
9	6	7	2	7	3	طرفة	1.5	جيدة
10	2.5	1.70	1	12	9	ديس	0.75	متدهورة
11	14	11	3	9	6	طرفة	1.5	جيدة
12	11	10	2.5	8	6	طرفة	1.5	جيدة
13	9	8	3	8	5	طرفة	2	جيدة
14	8	6	2	6	4	طرفة	1.5	جيدة
15	13	9	3	10	7	طرفة	1.5	جيدة
16	7	6	2	7	3	طرفة	1.3	جيدة
17	8	9	2	7	4	طرفة	1.2	جيدة
18	5	3.5	4	9	7	طرفة	2.5	جيدة
19	2	1.6	1.5	13	10	ديس	0.8	جيدة
20	17	8	4	10	9	طرفة	2.3	جيدة
21	10	6	3	12	8	طرفة	2	متدهورة
22	8	5	3	7	4	طرفة	1.7	جيدة
23	3	2	2	8	7	طرفة	1.5	جيدة
24	5	3.5	3	9	5	طرفة	1.7	جيدة
25	6	4	3	10	6	طرفة	1.8	جيدة

*المصدر : الدراسة الميدانية 20 ــ 29 / 11/ 2009 ــ 5 ــ 20 / 1 /2010.

3 ـ 2 ـ نشأة وتطــور النبــاك:

تتحكم في نشأة النباك مجموعة من العوامل المتداخلة التـــي تلعــب دورا فـــي عمليـــة تشكيل النباك، وإعطائها خصائص مورفولوجيـــة (محمـــود إبـــراهيم دســـوقي،2005، ص 224،219)، إن للنباك دورة جيومورفولوجية ترتبط بحياة النبات، فكلما زاد حجــم النبـــات زاد حجم النباك، وتنقسم هذه الدورة إلى ثلاث مراحل وهـــي مرحلـــة الطفولـــة، والنضـــج، والكهولة، وتبدأ المرحلة الأولي بظهور النبات وتشكيل عقبة في مسار الرياح المحملة بالرمال والمـــواد الناعمة، حيث يعمل هـــذا النبات على اصطياد حبيبات الرمال التي تـــبدأ بتـــراكم الرمال خلف النباتات الصغيرة ومع نموها يزداد تراكم الرمال حتى يصل النبات إلى أقصـــي نمـــو له فتصل النبكـــة إلى أقصي ارتفاع وتأخذ الشكل النهائي، نتيجـــة لأن النبـــات ينمـــو في تربة أقل كثافة، وهنا تظهر قمة التكيف بين النبات والنبكة، إضافة إلى الظروف المحليـــة، وفي هذه المرحلة يمكن القول إن النبكة وصلت إلى مرحلـــة النضـــج، ومـــع بدايـــة مرحلـــة الكهولة يبدأ النبات بالذبول نتيجة لعدم وصول جذور النبات إلى مســـتوي المـــاء الأرضـــي، فيتعرض النبات للموت وتتعرض رواسب النبكة للتذرية وتتلاشي (محمـــود عاشـــور،1990، ص 391، 404).

3 ـ 3 ـ العوامل التي تساعد على نشأة وتطور النباك:

- **الرياح** : تلعب الرياح دورا في نشأة وتطور النباك حيث إنها تمر علـــى مصـــادر الرمال الرئيسية المغذية للنباك إضافة إلى دورة الرياح في الاتجاه العام التي تتخـــذه النباك، إذ يتفق مع الاتجاه العام للرياح الشمالية والشمالية الغربية.
- **مظاهر السطح** : تلعب مظاهر السطح المحلية دورا في تشكيل النباك حيث يتوقـــف هذا على استواء السطح، وهذا ما نجد في مناطق النباك في المنطقة حيث يمثل فـــي وجود الكثبان الرملية الساحلية المستوية بشكل عام، والتي لا يتجاوز ارتفاعها عـــن 15 متراً عن مستوي سطح البحر.
- **الغطاء النباتي** : وهو من أهم العوامل التي لها الدور الأساسي في عمليـــة تكـــوين النباك في المنطقة، فقد لوحظ خلال الدراسة الميدانية أن جميع النباك فـــي المنطقـــة تنمو عليها نباتات الطرفة ــ الديس ــ الزيتة وأحيانا نباتات القطف.

3 ـ 4 ـ أنـــواع النبـــاك:

من خلال الدراسة الميدانية لوحظ وجود تباين بين النباك، وعليه أمكن تصـــنيف النبـــاك وفقا لأبعادها وأحجامها والمرحلة الجيومورفولوجية التي مرت بها إلى الأنواع **التالية:**

3 ـ4 ـ1 ـ نباك صغيرة الحجم :

هي أصغر أنواع النباك ويتراوح طولها مابين 0.50 و 2 متــر ولا يتعــدي عرضــها 0.50 ــ 1.50 متر، في حين لا يتجاوز ارتفاعها عن 0.30 و 1 متر، ويرتبط هذا النــوع من النباك عادة بنبات الديس والزيته والقطف والطرفة والرمث كما أنها تتميز بانحدارها القليل (شكل 2 ــ 42)، وتعتبر النباك الصغيرة هي المرحلة الأولي لتكــوين النبكــة أي كلمــا زاد النبات على النمو زادت النبكة في أبعادها وقدرتها على تصيد حبات الرمــال(محمــود محمــد عاشور، 1991، ص 399).

3 ـ4 ـ2 ـ النباك المتوسط الحجم :

تعتبر النباك المتوسطة الحجم من أكثر الأنواع انتشارا في المنطقة خاصة فــي المنطقــة الساحلية وتمثل مرحلة أكثر تطورا، فمع زيادة نمو النبات وتوفر كميات مــن الرمــال يزيــد الطول والعرض والارتفاع وتتراوح أطوال هذه النباك مابين 4 و 10 أمتــار، ولا يتجــاوز عرضها 7 أمتار في حين يتراوح ارتفاعها مابين 2 و 3 أمتار (شكل 2 ــ 43).

شكل (2 ــ 42) نباك صغيرة بمنطقة أم ركبة

(31.57,54 شمالاً، 24.56,40 شرقاً)



شكل(2 ــ 43) نبكه متوسطة الحجم بمنطقة أم ركبة (31.57,56 شمالاُ، 24.56,03 شرقاُ)

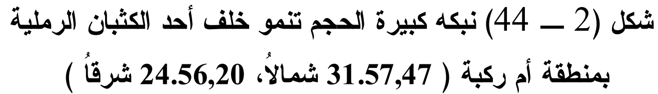


3 ـ4 ـ3 ـ النباك كبيرة الحجم :

يعد هذا النوع من النباك هو مرحلة أكثر تطورا للنباك المتوسط الحجم ؛ نتيجة لإضافة كميات من الرمال إلى النباك متوسطة الحجم بحيث تزداد الأبعاد (الطول ـ العرض ـ الارتفاع) ويتراوح الطول مابين10 و 20 متراً وعرضها مابين 10 و 15 متراً ويزيد ارتفاعها عن 5 أمتار وعادة ما يرتبط هذا النوع من النباك بنبات الطرفة (شكل 2 ـ 44).

3 ـ4 ـ 4 ـ النباك المركبة "القصائم*":

تتكون القصائم من تداخل مجموعة من النباك كبيرة الحجم، مما ينتج عنه شكل مركب بحيث تتقارب النباك مع بعضها البعض، وتعتبر من آخر مراحل تطور النباك كبيرة الحجم (عبد الحميد أحمد كيلو، 2003، ص 196، 198)، وتتراوح أطوال القصائم بمنطقة الدراسة مابين 100 ـ 700متر وعرضها مابين 80 ـ 300 متر في حين يتراوح ارتفاعها مابين 2.50 ـ 3 أمتار، كما تتميز القصائم بسطح شبه مستوي تسوده الانحدارات الخفيفة، إضافة إلى نموها بالقرب من السبخات (شكل 2 ـ 45) وأكبر القصائم توجد في منطقة جنزور، حيث تغطي مساحة تقدر بحوالي 1.75 كم^2.



شكل (2 ـ 44) نبكه كبيرة الحجم تنمو خلف أحد الكثبان الرملية
بمنطقة أم ركبة (31.57,47 شمالاُ، 24.56,20 شرقاُ)



3 ـ3 ـ 5 ـ النباك المتدهورة:

رغم ذبول وموت النبات إلا أن هناك نباك قائمة، وربما يرجع السبب في ذلك هو ارتفاع منسوب المياه الأرضية وارتفاع معدل الرطوبة وسقوط كمية من الأمطار.

---

* **يطلق سكان شبة الجزيرة العربية على النباك الملتحمة والمركبة اسم القصائم ومفردها (قصيم)، في حين تسمي عند سكان المنطقة بأسماء محلية متعدده منها ـ (الوشكة و الكوشة)**

تظهر النباك المتدهورة في أجزاء متفرقة في المنطقة الساحلية، حيث يبدأ النبات في الذبول فتصبح النبكة جافة تاركة بعض الجذور الجافة، وتم ملاحظة هـذه النبـاك خـلال الدراسـة الميدانية بمنطقة أم ركبة، وتتمثل أغلب النباك المتدهورة في نبات الـديس (شـكل 2 ــ 46)، كما أن للإنسان دور في تدهور النباك من خلال إزالتها بعملية الرعي والتحطيب، إلى غيرهـا من الوسائل الأخرى.

شكل(2 ــ 45) قصيم بمنطقة جنزور تكونت من تقارب مجموعة من النباك
يمثلها نبات الطرفا (32.00,22 شمالاً، 24.38,29 شرقاً)



شكل (2 ــ 46) مجموعة من النباك المتدهورة يمثلها
نبات الديس بمنطقة أم ركبة (31.57,51 شمالاُ، 24.56,54 شرقاً)



4 ـ السبخـــات الساحلية:

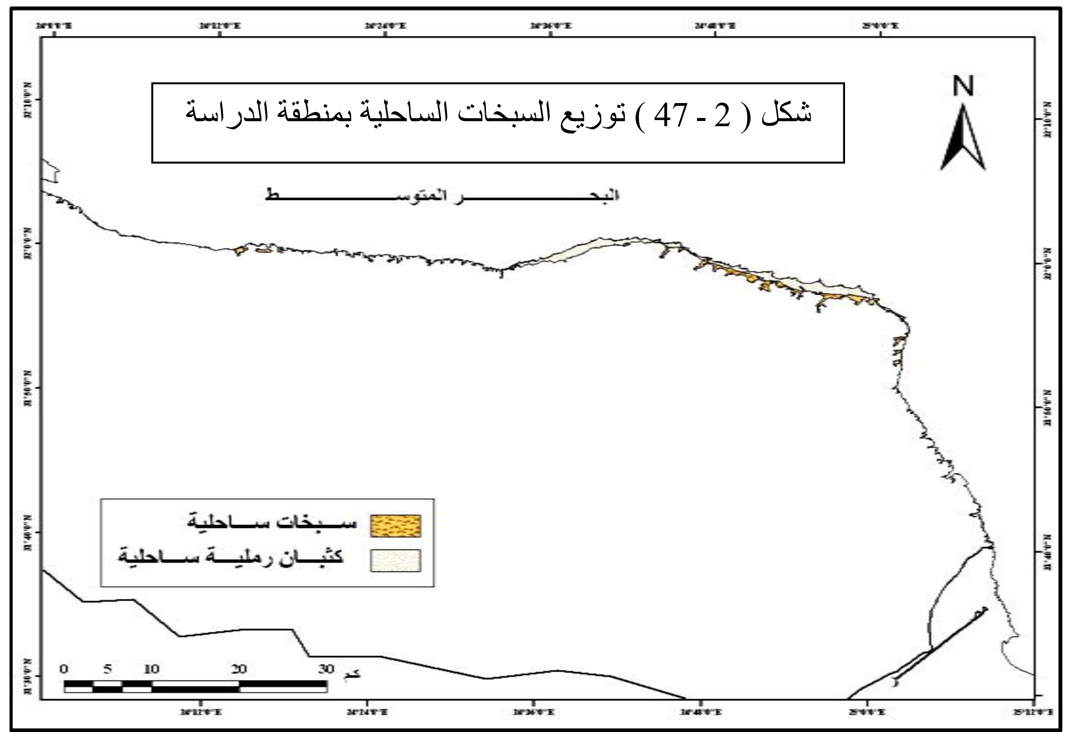
تمتد السبخات بمنطقة الدراسة موازية لخط الساحل، وتعـــرف باســـم الســـبخات الســـاحلية لانتشارها في نطاق ينحصر بين خط الساحل والمنـــاطق الداخليـــة علـــى مســـافات تختلـــف تبعا لطبوغرافية السطح (شكل 2 ــ 47)، وهي تخضع لجميع التغيرات التـــي تـــؤثر علـــى منطقة السهل الساحلي، لأن نشأتها وتطورها مرتبطة ارتباطـــاً وثيقـــا بـــالظروف الســـاحلية (محمود عاشور،1991، ص 164)، ورواسب السبخات عبارة عن إرسابات مفككة تتكون من مواد ملحية وطينية وغرين ورمل ناعم إلى متوسط الحبيبات مع جبس، وهي رواسب ريحيـــة ومائية حملتها مجاري الأودية إلى السبخات، إضافة إلى الرواسب البحرية التي تأتي إليها عن طريق تيارات المد وأمواج العواصف (عبدالله بن إبـــراهيم المهيـــدب، 2002، ص30، 35)، وتغطي المياه الأرضية بعض أجزاء السبخات نتيجة لانخفاض منسوبها لتكـــون المســـتنقعات التي تنمو فيها بعض النباتات، مثل الحجنة والزيتة والقطف، كما يرتفع منسوب هـــذه الميـــاه خلال فصل الشتاء مع ارتفاع منسوب المياه الجوفية وطغيان البحر عليها مع ارتفاع الأمواج، إضافة إلى مياه السيول التي جلبتها مجاري الأودية، بينما ينخفض منسوب الميـــاه وتتعـــرض للجفاف خلال فصل الصيف نتيجة لارتفاع درجات الحرارة وارتفاع معدلات التبخر، وتنقســـم السبخات في المنطقة إلى قسمين **هما:**

- **سبخات تمتد خلف الكثبان الرملية:**

يتوزع هذا النمط من السبخات خلف الكثبان الرملية في كـــل مـــن منطقـــة رأس عـــزاز وزاوية وأم ركبة والشويمرة ومرسي لك وجنزور على هيئة شريط طولي من الشـــرق إلـــى الغرب، ويفصل السبخات عن ساحل البحر نطاق من الكثبان الرملية التي تحد السبخات مـــن ناحية الشمال، ويتراوح ارتفاعها مابين 0 ــ 2 متر فوق مستوى سطح البحر، ويتميز ســـطح هذه السبخات بالأستواء وظهور القشرات الملحية في بعض الأجزاء واقتراب منسوب الميـــاه الجوفية، كما تتعرض هذه السبخات للغمر بالمياه أثناء فصل الشتاء، وتنمو داخل هذه السبخات مجموعة من النباتات مثل الزينة والطرفة والديس والقطف والحجنة.

- **سبخات مرتبطة بمصبات الأودية:**

تنتشر السبخات على طول المجاري الدنيا للأودية ابتداء من مصباتها حتي خط الســـاحل، كما في سبخات وادي المعترض ووادي شماس ووادي الجرفان ووادي السهل الشرقي ووادي رأس بياض ووادي أم الشاوش، وهي تمتد على هيئة شريط طولي داخل مصـــبات الأوديـــة ولايزيد متوسط عرضها عن 500 متر ولايتعدى طولها 1 كم، وأحيانـــا تكـــون مســـتنقعات مملوءة بالمياه طول العام نتيجة لانخفاض منسوبها وتعرضها للغمر بمياه الأمطار خلال فصل الشتاء، وتنمو فيها بعض النباتات وتنتشر على أطرافها بعض القشرات الملحية.



المصدر : من المرئية الفضائية ETM باستخدام برنامج Arc GIS 9.3 .

4 ـ 1 ـ خصائص السبخات وأبعادها بمنطقة الدراسة:

تنتشر السبخات بشكل ملحوظ على طول المنطقة الساحلية، خلف الكثبان الرملية وفي أغلب مصبات الأودية، ومن خلال قياسات خصائص السبخات وأبعادها جدول (2 ــ 15) نلاحظ **الآتي :**

- يعد الجزء الشمالي الشرقي من منطقة الدراسة في الجزء الممتد من مصب وادي السهل الشرقي إلى مصب وادي الملاحة الأكثر في انتشار السبخات، ويضم ما يقارب من 42 % من السبخات؛ نظرا لاستواء السطح نسبيا وانخفاض وابتعاد حافة الهضبة عن المنطقة الساحلية، إضافة إلى ارتفاع منسوب المياه الأرضية، وأغلبها خلف الكثبان الرملية.
- تبلغ مساحة السبخات بمنطقة الدراسة حوالي 147 كم^2 بمتوسط يبلغ 0.44 كم^2، أي أنها تمثل حوالي 3% من جملة مساحة المنطقة، موزعة على عدد 38 سبخة، وتفاوتت فيما بينها من حيث المساحة، وتراوحت مابين 0.025 كم^2 بسبخة وادي الجرفان وسبخة وادي القويطين وسبخة وادي المعترض، و3.03 كم^2 سبخة الكيب سبخة الحتوة، ويلاحظ أن مساحة السبخات تتكمش وتقل خلال فصل الصيف نتيجة لجفافها وانخفاض منسوب المياه الأرضية.
- تتراوح أطوال السبخات مابين 0.27 و2.06 كم بمتوسط عام يبلغ 0.28 كم في حين تراوح متوسط عرض السبخات مابين 54 و 860 متر بمتوسط عام يبلغ 310 متر، وتميزت أغلب

السبخات التي تمتد في مصبات الأودية بصغر متوسط عرضها نتيجة لانحصـــارها مـــابين حوافة الأودية.

- يتراوح منسوب سطح السبخات فوق مستوي سطح البحر مابين الصفر و 2 متر، وتميـــزت أغلب السبخات بالانخفاض النسبي واستواء سطحها إلى حد كبير عند مستوي سطح البحر، ويؤدي انخفاضها واستوائها إلى تعرضها بشكل كبير لطغيان مياه المد العالي بشـــكل دائـــم، واقترابها من مستوي المياه الأرضية، إضافة إلى ما يضاف إليها من مياه الأمطار في فصل الشتاء، حيث تتحول بعض السبخات إلى برك مؤقتة عند سقوط الأمطار (شكل2 - 48).
- يتميز أغلب سطح السبخات بوجود العديد من الأشكال الدقيقة التي ارتبطـــت فـــي نشـــأتها بالظروف المحلية، وتمثلت أهمها في الحفر الكارستية الصغيرة والأخاديد الطولية والأشكال المضلعة، وتعد التشققات الطينية الملحية هي أكثر الظاهرات الدقيقة انتشـــارا علـــى ســـطح السبخات، وهي أشكال هندسية تختلف من حيث شكلها فمنها رباعية وخماســـية وسداســـية الأضلاع، ومن خلال الدراسة الحقلية تبين أن أغلب الأشكال شيوعا هي الأشكال الخماسية والسداسية الأضلاع، وعادة ما تكون قليلة السمك نظرا لتعرضها لعمليات الغمر بالمياه.
- تغطي سطح بعض السبخات قشور ملحية ذات لون أبيض إلى بني، وهي طبقة رقيقة جـــدا لايتعدي سمكها السنتمتر الواحد (شكل 2 ــ 49).
- ينمو فوق سطح السبخات مجموعات كبيرة من النباتات مثل الزيتة وقطف السبخة والرمـــث والحجنة والطرفا التي تعمل على اصطياد حبيبات الرمال ؛ لتكون بعض النباك خاصة فـــي السبخات التي تمتد خلف الكثبان الرملية.
- تعد عناصر المناخ الحالية المتمثلة في الرياح ودرجات الحرارة والأمطار وكمية التبخر من أكثر العوامل التي لها أثر على نشأة وتطور السبخات (محمود عاشور،1991، ص 164)، كما أن للتغيرات المناخية التي طرأت على السبخات في عصرى البليستوسين والهولوســـين هي المسؤولة عن تشكيل وتطور السبخات والأشكال المرتبطة بهـــا (عبـــد الحميـــد احمـــد كليو،2006، ص 59، 61)، كما أن بقاء السبخات مرهون بارتفاع منسوب المياه الأرضية التي تحولها إلى مستنقعات وتعمل على نمو النباتات داخلها، أما في حالة انخفاض منســـوب المياه الأرضية فإن ذلك يؤدي إلى جفاف رواسب بعض السبخات وتفتيتها وتذرية رواسبها، وعلى الرغم من انخفاض منسوب المياه الأرضية في بعض الفترات الجافة التي تقل فيهـــا كمية الأمطار، نلاحظ أن مياه المد العالي وأمواج العواصف تغمر باستمرار أجزاء بعـــض السبخات خاصة التي تمتد في مصبات الأودية، مما يحولها إلى مستنقعات ويجعلهـــا رطبـــة بصورة دائمة، وتحافظ على تماسك رواسبها.

جدول (2 ــ 15) الخصائص العامة للسبخات *

الرقم	الموقع	الإحداثيات	المساحة (كم^2)	المحيط (كم)	الطول (كم)	متوسط العرض (متر)	اعلي منسوب	متوسط درجة الانحدار
1	سبخة وادي المعترض	25.07,09 / ق – 31.42,29 / ش	0.040	0.90	0.27	185	0.50	0
2	سبخة وادي شملس	25.05,53 / ق – 31.44,50 / ش	0.046	1.4	0.63	84	0	0
3	سبخة وادي الجرفان	25.05,57 / ق – 31.45,06 / ش	0.025	1	0.49	54	0	0
4	سبخة وادي رزق	25.04,47 / ق – 31.46,06 / ش	0.067	1.7	0.35	140	0	1
5	سبخة وادي الفرنبة	25.04,06 / ق – 31.47,10 / ش	0.037	1	0.45	115	0.75	0
6	سبخة وادي الفرنبة	25.03,36 / ق – 31.47,51 / ش	0.044	1.3	0.51	110	1	1
7	سبخة وادي ديا الناقة	25.02,31 / ق – 31.49,40 / ش	0.039	0.8	0.31	140	1	1
8	سبخة وادي السماد	25.01,42 / ق – 31.50,55 / ش	0.041	0.9	0.31	170	1	1
9	سبخة وادي أم الأصابع	25.01,27 / ق – 31.51,12 / ش	0.057	1	0.40	178	0.50	0
10	سبخة وادي الشقة	25.01,35 / ق – 31.52,57 / ش	0.35	2.9	0.92	450	1.50	1
11	سبخة وادي القويطين	25.01,40 / ق – 31.53,42 / ش	0.26	3.4	990	415	2	1
12	سبخة وادي الملاحة	25.01,44 / ق – 31.45,35 / ش	0.58	5.1	1.8	560	2	1
13	سبخة الرمثاية	25.01,54 / ق – 31.55,58 / ش	0.095	1.4	0.34	410	0	0
14	سبخة المنستير الشرقي	25.00,55 / ق – 31.56,31 / ش	0.033	975	0.42	80	0.75	0
15	سبخة المنستير الغربي	24.59,40 / ق – 31.57,13 / ش	0.50	3.8	0.79	550	1	1
16	سبخة رأس عزاز	24.58,33 / ق – 31.57,20 / ش	1.31	6.5	2.06	860	2	1
17	سبخة الكيب	24.56,34 / ق – 31.57,32 / ش	3.03	14.8	3.5	730	2	1
18	سبخة بوحلقومة	24.54,23 / ق – 31.57,49 / ش	0.77	8.7	1.3	539	1	0
19	سبخة القبقابة	24.53,09 / ق – 31.58,11 / ش	0.70	5.6	2.06	370	0.50	0
20	سبخة الشويمرة	24.52,03 / ق – 31.58,14 / ش	1.20	7.8	1.8	750	1	0
21	سبخة ربيع	24.50,52 / ق – 31.58,44 / ش	1.37	7.2	2.1	550	1	0
22	سبخة الحتوة	24.48,59 / ق – 31.59,19 / ش	1.63	10.4	3.4	530	1	0
23	سبخة العين	24.47,23 / ق – 31.59,37 / ش	0.77	5.7	2.04	420	0.50	0
24	سبخة مرسى لك	24.45,48 / ق – 32.00,36 / ش	0.22	2.8	0.71	360	0.50	0
25	سبخة الخبيري	24.44,37 / ق – 32.00,21 / ش	0.47	4.7	1.6	230	1	0
26	سبخة النقربة	24.41,51 / ق – 32.00,51 / ش	0.093	1.2	0.51	190	1	0
27	سبخة الحريقة	24.34,01 / ق – 31.59,15 / ش	0.097	2.7	0.76	150	0	0
28	سبخة وادي السهل الشرقي	24.32,54 / ق – 31.58,36 / ش	0.066	1.8	0.77	87	1	1
29	سبخة وادي النوس	24.31,43 / ق – 31.58,51 / ش	0.05	0.2	0.10	64	1	1
30	سبخة وادي الحمارة	24.27,39 / ق – 31.59,14 / ش	0.08	1.1	0.36	220	2	1
31	سبخة وادي الراهب الغربي	24.25,19 / ق – 31.59,17 / ش	0.03	0.87	0.28	120	2	1
32	سبخة وادي بالعفاريت	24.24,41 / ق – 31.59,22 / ش	0.31	0.97	0.27	115	1	0
33	سبخة وادي بودومة	24.23,24 / ق – 31.59,21 / ش	0.29	1.1	0.36	95	2	1
34	سبخة وادي الكويفية	24.16,47 / ق – 31.59,56 / ش	0.20	2.0	0.66	286	2	1
35	سبخة وادي رؤوس الكباش	24.15,36 / ق – 31.59,53 / ش	0.60	4.8	1.8	270	1	0
36	سبخة العقيلة	24.13,34 / ق – 31.59,35 / ش	0.75	5.2	1.5	450	2	1
37	سبخة رأس بياض	24.01,30 / ق – 32.02,55 / ش	0.15	0.91	0.31	190	2	1
38	سبخة أم الشاوش	24.00,33 / ق – 32.02,55 / ش	0.15	0.51	0.16	85	1	0
المتوسط	————	————	0.44	0.30	0.27	310	1.06	0.50

المصدر: إعداد الطالب اعتمادا علي ،(1)- الدراسة الميدانية - (2)- قياسات من المرئية ETM باستخدام برنامج ARC Gis 9.3.
(3) - برنامج Google Earth Pro (4) - الخرائط الطبوغرافية مقياس 1:50.000 .

* أرقام السبخات من 13 إلى 27 ، 36 هي سبخات تمتد خلف الكثبان الرملية.

شكل (2 ــ 48) أحد المستنقعات بمصب وادي شماس تكون نتيجة لانخفاض سطحه وطغيان أمواج المد عليه بشكل دائم (31.57,30 شمالاً، 24.58,17 شرقاً)



شكل (2 ــ 49) قشور ملحية تظهر على سطح سبخة الكيب (31.57,25 شمالاً، 24.56,26 شرقاُ)



- تغطي أرضية السبخات في الغالب رواسب قوامها من المفتتات الجيرية والرمال البحرية والطين والطمي، ونظرا لاختلاف رواسب السبخات مابين بحرية جلبتها أمواج المد المرتفع والعواصف البحرية، ورواسب قارية جلبتها الرياح ومياه الأمطار عن طريق السيول ورسبتها على أرضية السبخات، فقد أُجري التحليل الحجمي والمعدني والكيميائي لعينات الرواسب جداول (2 ــ 16) و(2 ــ 17) و(2 ــ 18) ومن خلال الجداول يتضح **الآتي:**

جدول (2 ــ 16) التحليل الحجمي لعينات رواسب السبخات

الرقم	موضع العينة	الإحداثيات	رمال خشنه جدا %	رمال خشنه %	رمال متوسطة %	رمال ناعمة %	رمال ناعمة جدا%	غرين
1	سبخة رأس عزاز	31.57,22 / ش 24.58,35 / ق	1.50	10.90	23.55	12.55	33.30	18.00
2	سبخة الكيب	31.57,31 / ش 24.56,45 / ق	0.05	6.60	24.90	12.50	38.90	16.75
3	سبخة الشويمرة	31.58,24 / ش 24.52,13 / ق	0.60	8.85	24.95	10.45	34.25	20.80
4	سبخة وادي رأس بياض	32.02,35 / ش 24.01,30 / ق	2.90	5.5	17.05	10.75	55.30	8.45
المتوسط	ـــــــــ	ـــــــــ	1.26	7.96	22.61	11.56	40.43	16.00

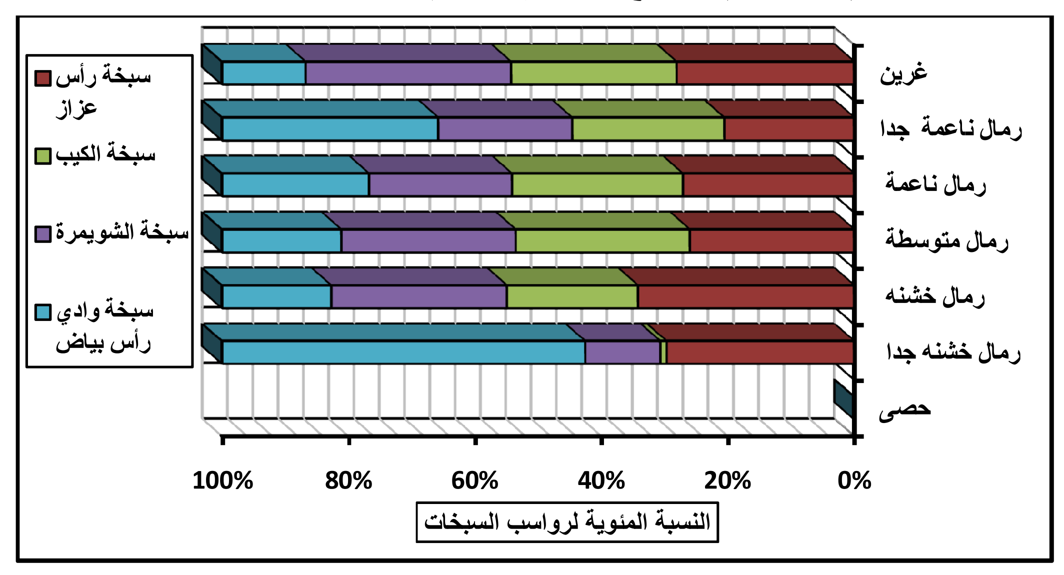
المصدر : الدراسة الميدانية : 2012، تم تحليل العينات بالمعمل المركزي للتحاليل بجامعة عين شمس/ كلية العلوم.

- أظهرت نتائج التحليل الحجمي لعينات رواسب السبخات جدول (2 ــــ 16) و(الشـــكل 2 ــ 50) أنها تتكون بصفة عامة من نوعان من الرواسب وهي: الرمـــال بأحجامهـــا المختلفـــة (الخشنة جدا، الخشنة، المتوسطة، الناعمة، الناعمة جدا)، والغـــرين، إلا أن نســـبة الرمـــال تفوقت على الغرين في جميع العينات وتراوحت في العينة الأولي بسبخة رأس عزاز نســـبة 81.8%، وفي العينة الثانية بسبخة الكيب بنسبة 82.9%، وفي العينة الثالثـــة بســـبخة وادي الشويمرة بنسبة 79.1%، وفي العينة الرابعة بسبخة وادي رأس بياض بنسبة 91.5%، فـــي حين تراوحت نسبة الغرين مابين 8.45% بسبخة وادي رأس بيـــاض، و20.80% بســـبخة وادي الشويمرة.
- سجلت نسبة الرمال الناعمة جدا والناعمة إلى المتوسطة أعلي نسبة فـــي جميـــع العينـــات، فبلغت في العينة الأولي بسبخة رأس عزاز 69.4% وفي العينة الثانية بسبخة الكيب 76.3% وفي العينة الثالثة بسبخة الشويمرة 83.1% وفي العينة الرابعة 74.6%، ويرجع ارتفاعهـــا في عينات السبخات إلى توفر الكثبان الرملية الساحلية القريبة منها والتي تحدها مـــن ناحيـــة الشمال وتفصلها عن مياه البحر.
- يختفي الحصى تماما في جميع رواسب السبخات التي تم تحليلها، و يرجع ذلك إلى قرب هذه السبخات من مصادر الرمال والمتمثلة في الكثبان الرملية الساحلية، إضـــافة إلـــى رواســـب الفرشات الرملية والأشرطة الرملية التي تحملها المجاري المائية إلى السبخات عـــن طريـــق السيول أثناء سقوط الأمطار، مما يدل على أن أغلب الرواسب نقلت بفعل المياه (فيضـــية ــ بحرية) والبعض الآخر بفعل الرياح، أي أن هناك أكثر من مصدر مســـؤول عـــن تكـــوين رواسب السبخات بمنطقة الدراسة .

---

* **لمزيد من المعلومات عن كيفية جمع العينات وأجراء التحليل الحجمية والمعدنية والكيميائية لرواسب السبخات راجع، (محمود محمد عاشور، وآخرون ، 1991، السبخات في شبة جزيرة قطر، ص 157، 253)**

شكل (2 ــ 50) التوزيع التكراري لأحجام رواسب عينات السبخات



جدول (2 ــ 17) قيم المعاملات الإحصائية لرواسب السبخات.

الرقم	موقع العينة	المتوسط	التصنيف	الالتواء	التفلطح
1	سبخة رأس عزاز	2.82	1.2	0.98	0.74
2	سبخة الكيب	2.74	1.4	0.23	0.80
3	سبخة الشويمرة	2.87	1.2	0.22	0.82
4	سبخة وادي رأس بياض	2.83	1.2	0.42	0.96
المتوسط	ــــــــ	1.8	0.71	0.40	0.86

- من خلال نتائج التحليل الأحصائي جدول (2 ــ 17) والمنحنيات التجميعية لرواسب السبخات (شكل 2 ــ 51)، نلاحظ ان متوسط أحجام الرواسب تتراوح مابين الرمال الناعمة والخشنة جدا، في حين تشير قيم التصنيف ان رواسب السبخات يتراوح تصنيفها مابين التصنيف المتوسط والتصنيف الردئ، وهذا يعكس طبيعة الإرسبات المكونة للسبخات والتي ترجع في نشأتها إلى أصول مختلفة من حيث التكوين وغالبا ماتكون ذات أصول فيضية واصول ريحية (محمود محمد عاشور، وآخرون، 1991، ص 157، 253)، وأظهر نتائج رواسب السبخات التواء موجا في جميع العينات، وتراوحت قيم التفلطح مابين(0.74 ǿ) تفلطح شديد و (0.96 ǿ) تفلطح متوسط، وهذة القيم تعكس التباين في مواد الاصل المكونة لرواسب السبخات.
- ومن دراسة شكل الحبيبات نلاحظ أن عينات رواسب السبخات التي تم فحصها تحت الميكروسكوب الالكتروني ظهر البعض منها بأشكال غير منظمة والبعض الاخر بأشكال شبة كروية (شكل2 ــ 52).

شكل (2 ــ 51) المنحنيات التجمعية لعينات السبخات

سبخة راس عزاز

% النسبة المئوية

100
80
60
40
20
0

1 2 3 4 5 6

الحجم Q

سبخة الكيب

% النسبة المئوية

100
80
60
40
20
0

1 2 3 4 5 6

الحجم Q

سبخة الشويمرة

% النسبة المئوية

100
80
60
40
20
0

1 2 3 4 5 6

الحجم Q

سبخة راس بياض

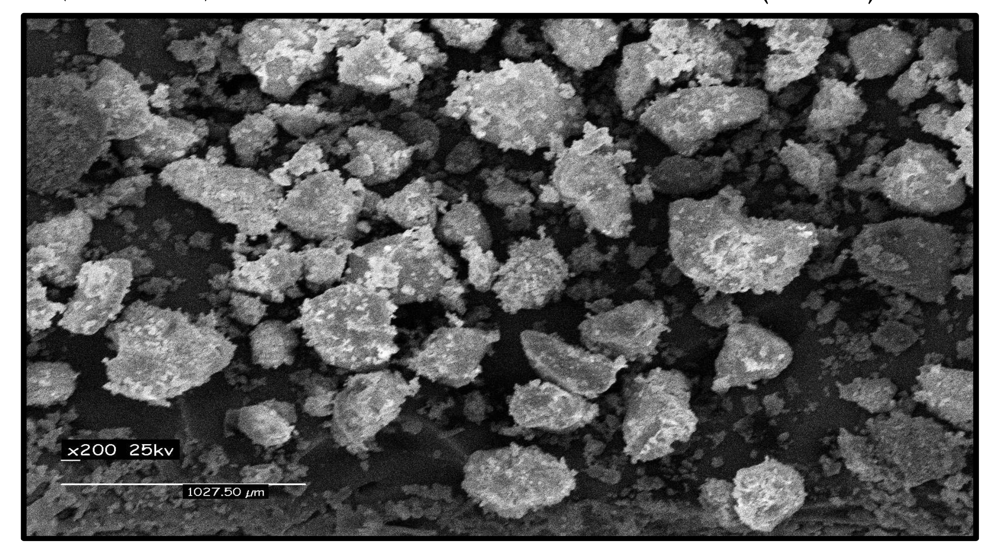
% النسبة المئوية

100
80
60
40
20
0

1 2 3 4 5 6

الحجم Q

شكل (2 ــ 52) صورة ميكروسكوبية لحبيبات رواسب السبخات (مكبرة 200 مرة)



جدول (2 ــ 18) التحليل المعدني لعينات رواسب السبخات بمنطقة الدراسة

الرقم	موضع العينة	Quartz Qz (كوارتز) %	Calcite Cal (كالسيت) %	Hal Halite (هاليت) %
1	سبخة رأس عزاز	80	20	ــــ
2	سبخة الكيب	75	20	5
3	سبخة الشويمرة	75	10	15
4	سبخة وادي رأس بياض	60	20	20
المتوسط	ـــــــ	72.5	17.5	13.3

المصدر : الدراسة الميدانية : 2012، تم تحليل العينات بالمعمل المركزي للتحاليل بجامعة عين شمس/ كلية العلوم.

- من خلال نتائج التحليل المعدني لرواسب السبخات جدول (2 ــ 18)، نلاحظ سيادة معادن الكوارتز والكالسيت والهاليت.
- يتضح من التحليل أن معدن الكوارتز(SiO2) هو المعدن الأساسي في جميع عينات السبخات بالمنطقة حيث تصل نسبته في العينات من مابين 60% بسبخة رأس بياض، و80% بسبخة رأس عزاز في التوزيع، ومعدن الكالسيت (كربونات الكالسيوم) وبنسبة تتراوح بين 10% إلى 20%.
- يتواجد معدن الهاليت (كلوريد الصوديوم) بنسبة أقل من 5% بسبخة وادي الكيب بينما تزيد نسبته في سبخة وادي الشويمرة على حساب الكالسيت لتصل إلى 15% وبسبخة رأس بياض إلى 20%.
- يرجع سيادة الكوارتز في رواسب السبخات إلى توفر الرمال بكثرة في المنطقة الساحلية القريبة من السبخات، إضافة إلى رواسب الفرشات الرملية والأشرطة الرملية على الحافات التي تجرفها مياه الأمطار عن طريق السيول وترسبها على أرضية السبخات، كما يرجع وجود الهاليت والكالسيت برواسب السبخات إلى وفرة الصخور الجيرية التي تغطي جميع أرجاء منطقة الدراسة وتأثرها بعملية التحلل والإذابة بفعل المياه.
- من خلال نتائج التحليل الكيميائي لرواسب السبخات بمنطقة الدراسة جدول (2 ـــ 19) و (شكل 2 ــ 53)، نلاحظ ارتفاع نسبة السيلكا (SiO_2) بشكل ملحوظ عن بقية العناصر الأخرى، حيث تراوحت مابين 63.19% بسبخة وادي رأس بياض، و 67.54% بسبخة وادي الكيب، بمتوسط يبلغ 65.68%، ويرجع تركز السيلكا في رواسب السبخات إلى وجود الرمال بكثرة بقرب من السبخات، وبمقارنة التحليل الكيميائي لرواسب السبخات بالتحليل المعدني نلاحظ أن نسبة الكوارتز تتراوح مابين60% و80% برواسب السبخات، وهذا يدل على أن ارتفاع نسبة السيلكا يرجع إلى ارتفاع نسبة الكوارتز الذي يوجد بكثرة في الكثبان الرملية الساحلية ورواسب الفرشات والأشرطة الرملية التي جلبت إلى السبخات عن طريق السيول أثناء سقوط الأمطار.

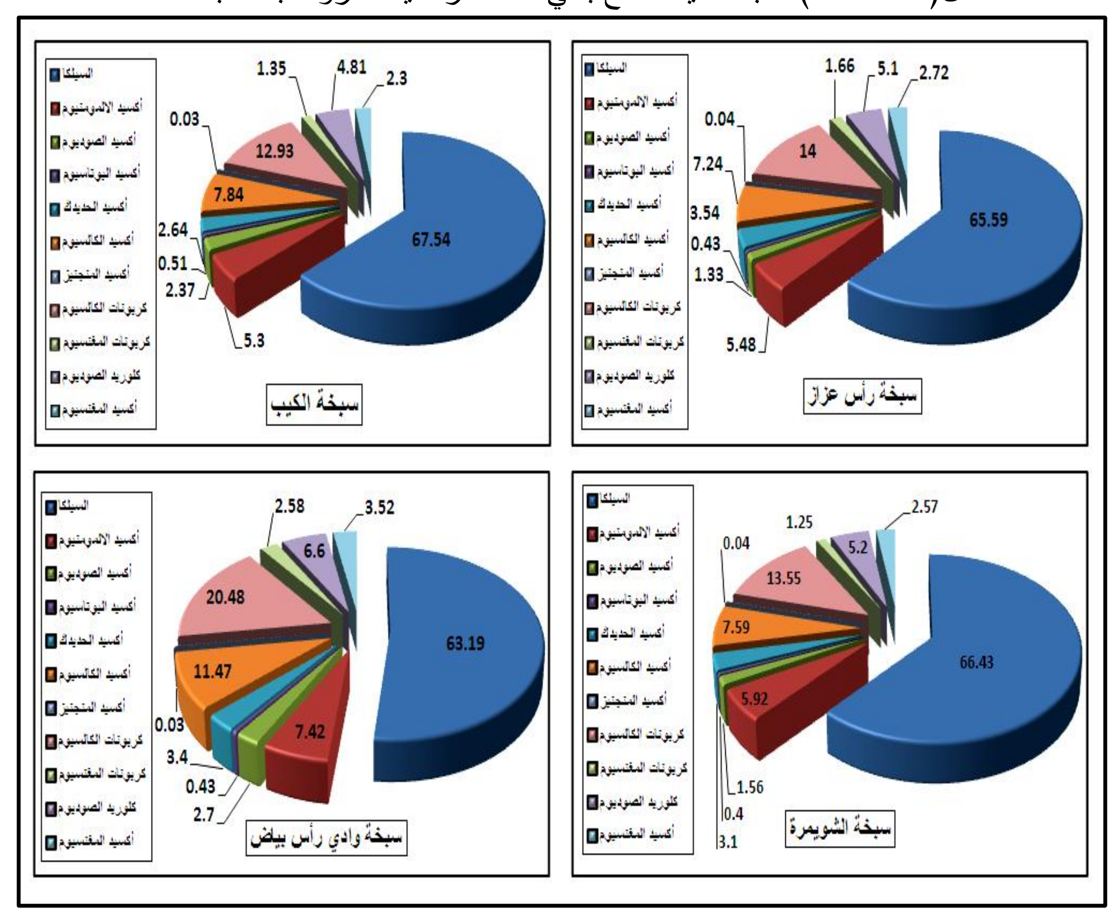
- نلاحظ ارتفاع في نسبة الكالسيوم عن بقية العناصر في رواسب السبخات بالمنطقة، وتراوحت مابين 7.24% بسبخة رأس عزاز، و11.47% بسبخة رأس بياض، بمتوسط عام يبلغ 8.53%، ويرجع هذه الارتفاع إلى وفرة الصخور الجيرية والدولوميتية التي تغطي جميع أرجاء منطقة الدراسة .

- جدول (2 ــ 19) التحليل الكيميائي لعينات رواسب السبخات بمنطقة الدراسة

الرقم	موضع العينة	SiO_2 % السيليكا	Al_2O_3 % أكسيد الالومونيوم	Na_2O % أكسيد الصوديوم	K_2Ol % أكسيد البوتاسيوم	Fe_2O_3 % أكسيد الحديك	CaO % أكسيد الكالسيوم	MnO % أكسيد المنجنيز	$CaCO_3$ % كربونات الكالسيوم	$MgCO_3$ % كربونات المغنسيوم	NaCL % كلوريد الصوديوم	MgO % أكسيد المغنسيوم
1	سبخة رأس عزاز	65.59	5.48	1.33	0.43	3.54	7.24	0.04	14	1.66	5.10	2.72
2	سبخة الكيب	67.54	5.30	2.37	0.51	2.64	7.84	0.03	12.93	1.35	4.81	2.30
3	سبخة الشويمرة	66.43	5.92	1.56	0.40	3.10	7.59	0.04	13.55	1.25	5.20	2.57
4	سبخة وادي رأس بياض	63.19	7.42	2.70	0.43	3.40	11.47	0.03	20.48	2.58	6.60	3.52
المتوسط	————	65.68	6.03	1.99	0.44	3.17	8.53	0.03	15.24	1.71	5.42	2.77

- **المصدر : الدراسة الميدانية : 2012، تم تحليل العينات بالمعمل المركزي للتحاليل بجامعة عين شمس/ كلية العلوم**

شكل(2 ــ 53) نسبة السيلكا مع باقي العناصر لعينات رواسب السبخات



خامسا ـ الظاهرات الناتجة عـن التغير في مستوي سطح البحـر:

لقد تأثرت المنطقة الساحلية بالتغيرات التي حدثت لمستوي سطح البحر خلال الزمن الرابع سواء كانت تغيرات موجبة أو تغيرات سالبة، ولقد نجم عن هذه التذبذبات في مستوي سـطح البحر بعض الظاهرات الجيومورفولوجية بالمنطقة لعل أهمها وأبرزها الأرصفة البحرية.

1 ـ الأرصـفة البحـرية:

تعد الأرصفة البحرية من أهم الظاهرات التي تدل على حدوث تغير في مسـتوي سـطح البحر خاصة التغيرات الموجبة، والتي تتوافق مع فترات الدفء خلال عصـر البليستوسـين، ويعتبر موضوع الأرصفة البحرية وتحديد مستوياتها وأعمارها من الموضوعات الصعبة، ولقد تباينت الدراسات التي تعرضت لهذه الظاهرة في نتائجها سـواء داخـل حـدود المنطقـة أو خارجها، فقد بين هي Hey (1955)، سبع مستويات للأرصفة البحرية في سـواحل برقـة (أندرو س. جودي، ترجمة، محمود محمد عاشور،1996، ص 16)، وفي منطقة طبرق سجل كـريما Cram (1925) خمس مستويات للأرصفة البحرية وذكر بأنها ناشئة عـن التعريـة البحرية، في حين لم يذكر ارتفاعات كل من الرصيف الثالث والرابع، ووصـف ملجيـوريني Miglorini (1920) خمسة أرصفة في ساحل منطقة الدراسة، في حين لـم يـذكر ارتفـاع الرصف الخامس وبان الرصيف الرابع والثالث يمران فوق سطح واحد، ولقد وصف ديزيـو Disio (1939) أن تلك المدرجات "الأرصفة " تمثل كتلة واحدة قديمة تغيـرت مواصـفاتها بواسطة الفوالق، وقد وصف كل من شكري وفليب وسعيد (1956) في النطاق الواقـع بـين السلوم ومرسي مطروح أرصفة بحرية على مستويات مختلفة قسمت إلى ستة مستويات تبـدأ من 35 متراً إلى180 متراً (جودة حسنين جودة،1975 ،ص25، 33).

2 ـ توزيـع الأرصفة البحرية:

تمتد الأرصفة البحرية بالمنطقة موازية لخط الساحل على هيئة أشرطة منفصلة وسـطحها مستوي تقريباً وتتكون من رواسب الحصى والرمال، وهي ذات أصول بحرية، ممـا يبـرهن على كونها تمثل خطوطاً لسواحل قديمة ناجمة عن تذبذب مستوي سطح البحر خلال الـزمن الرابع، فترات تكوّن أرصفة الكلابري والصقلي والميلازوي والتيراني والمنسـتيري، وهـي الأرصفة البحرية التي واكبت الفترات الدفيئة في قارة أوروبا (جودة حسنين جـودة، 1997، ص 175، 180)، حيث نلاحظ أن الدرجات التي تقع دون منسوب 200 متر هـي درجـات بحرية النشأة، وذلك تمشيا مع الذبذبات الايوستسية التي توازي الرصيف الكلابري الذي يقـع علي منسوب حوالي 180 متراً فوق مستوي سطح البحر الحالي، فهـو يبـدو علـى شـكل مسطحات أرضية قديمة رفعت نتيجة لحركات تكتونية، أما الرصيف الصقلي وارتفاعه علـى سواحل المنطقة لايزيد عن 90 متراً، فقد نشأ أثناء فترات بليوستوستية، ولهذا فإن تكوين هـذا

الرصيف البحري كان مستوي مياه البحر أكثر من ارتفاعه في الوقت الحالي بحوالي 55 متراً، وكانت تقع مدرجات الرصيف الصقلي في نفس ارتفاع الرصيفين الميلاوزي والتيراني أي حوالي 40 متراً فوق منسوب سطح البحر الحالي، إضافة إلى أن الحركات الأرضية المحلية ساهمت في رفع تلك الأرصفة البحرية.

3 ـ نشأة الأرصفة البحرية:

تعد الذبذبات التي حدثت لمستوى سطح البحر في البليستوسين هي المسؤولة عن نشأة الأرصفة البحرية، إضافة إلى التغيرات المناخية التي واكبت تلك الفترة، والتي تعد من أهم العوامل التي أثرت على مستوي سطح البحر، كما أن للحركات التكتونية التي أصابت المنطقة دورا في رفع هذه الأرصفة البحرية، لذا يمكن الربط بين الأرصفة البحرية في المنطقة والأرصفة البحرية على طول ساحل البحر المتوسط والجدول (2 ــ 20) يوضح العلاقة بين الأرصفة البحرية بالمنطقة وما يجاورها من أرصفة بحرية في حوض البحر المتوسط .

جدول (2 ــ 20) العلاقة بين الأرصفة البحرية بالمنطقة وما يجاورها

من أرصفة بحرية في حوض البحر المتوسط

الرصيف البحري / وعمره /متر		منطقة الدراسة كريما ،1925 مجليوريني،1920	الجبل الأخضر ، هي/ وماك بورني ، 1955	الجبل الأخضر جودة حسنين جودة ، 1972	السلوم ـ مطروح ، شكري/ وفليب وسعيد ، 1956
الكلابري بليوس أقدم	200 — 140	140 - 180	140 — 200	170 — 180	200
الصقلي ماقبل جونز	90 — 70	——	70 — 90	70 — 80	100
الميلاوزي جنز ـ مندل	55 — 45	——	45 — 55	50 — 60	60
التيراني مندل ـ ريس	40 — 35	95	35 — 40	35 — 45	35
المنستيري ريس - فورم	25 — 15	25	15 — 25	12 — 27	25
المنستيري مابعد الجليد	6	6	7	7	7

الخلاصــة:

من دراسة الظاهرات الجيومورفولوجية الساحلية يتضح:

- تحظي المنطقة بوجود العديد من الظاهرات الجيومورفولوجية الساحلية، تمثلت في أشكال النحت والإرساب والتي تضم ظاهرات عديدة منها الجروف البحرية وما يرتبط بها من أشكال، مثل الأرصفة الشاطئية والرؤوس والخلجان البحرية والأقواس والمسلات البحرية، وتمثلت أشكال الإرساب في الشواطئ الرملية والحصوية والصخرية والكثبان الرملية والنباك والسبخات الساحلية.

- اتضح من دراسة خط الساحل أنه يمتد لمسافة 205 متر ويأخذ اتجاهــات عديــدة مــن الجنوب الشرقي إلى الشرق إلى الشمال الشرقي إلى الجنوب، ويتسم خط الساحل بكثــرة التعاريج.
- توجد مجموعة من العوامل التي ساعدت في تشكيل ظاهرات النحت والإرساب البحــري، تمثلت في الأمواج واتجاه خط الساحل وطبيعته وتذبذب مستوي سطح البحــر وتيــارات المد والجزر والتيارات البحرية، إضافة إلى العامل المناخي والغطاء النباتي.
- من خلال دراسة أشكال الإرساب البحري نلاحظ انتشار الكثبان الرملية في المنطقة وهــي تغطي مساحة تقدر بحوالي 38.3 كم^2، ويصل ارتفاعها إلى أكثر من 12 متراً، كما تنمــو عليه مجموعة من النباك فوقها وعلى أطرافها وأغلبها من نبات الطرفة والــديس إضــافة إلى وجود مجموعة من النباك المتلاحمة التي تعرف باسم القصائم، كما تحــيط الســبخات بالكثبان الرملية من جهة الجنوب، إضافة إلى السبخات التي تمتــد فــي أغلــب مصــبات الأودية.
- من خلال دراسة التحليل الميكانيكي لعينات رواسب الشواطئ الرملية ورواســب الكثبــان الرملية ورواسب السبخات نلاحظ سيادة الرمال الناعمة جدا والناعمــة إلــى المتوســطة وتصل نسبتها الى أكثر من 78% من جملة العينات التي تم تحليلها.
- من دراسة الظاهرات الناتجة عن تغير مستوي سطح البحر، نلاحــظ انتشــار الأرصــفة البحرية على مستويات مختلفة حسب عمر الرصيف البحري فهي تبدأ من ارتفاع 6 أمتار ومابين 140 ــ 180 متراً.
- رغم تعدد الظاهرات الجيومورفولوجية الساحلية، مابين أشكال نحت تمثلت في الجــروف البحرية وما يرتبط بها من ظاهرات جيومورفولوجية، وأشــكال إرســاب تمثلــت فــي الشواطئ الرملية والكثبان الرملية والنباك، إلا أن سطح منطقة الدراسة يعــرض أشــكالا جيومورفولوجية متعددة ومختلفة منها شبكات تصريف الأوديــة، وســوف يــتم دراســة الخصائص المورفومترية لشبكات تصريف الأودية بمنطقة الدراسة في الفصل التالي.

الفصـــــل الثالث

أحواض وشبكات التصريف بمنطقة الدراسة

مقـــدمة:

أولا : الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف

ثانيا : خصائص شبكات التصريف

ثالثا : أنماط التصريف لشبكات الأودية

رابعا : العلاقات ألارتباطيه بين خصائص أحواض التصريف وشبكاتها

خامسا : قطاعات الأودية

الفصل الثالث

أحواض و شبكات التصريف بمنطقة الدراسة

مقـــدمة :

تعد دراسة أحواض وشبكات التصريف لأي منطقة ذات أهميــة كبيــرة فــي الدارســات الجيومورفولوجية، إذ يمكن استخدامها في التعرف على الخصائص المورفولوجية للأحواض، المساحية والشكلية والتضاريسية وخصائص شبكات التصريف، والتعرف علــى الخصــائص الهيدرولوجية للأحواض، كما يمكن من خلالها التعرف على الظــروف المــؤثرة فــي نشــأة وتشكيل الأحواض، واستنتاج التطور الجيومورفولوجي للأشكال الأرضية بها.

ولدراسة الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف بالمنطقة تم الاعتماد على العديــد من مصادر البيانات، والتي من أهمها نموذج الارتفاع الرقمي DEM من المرئية الفضــائية، SRTM من خلال تحديد حدود الأحواض، وبناء شبكات التصريف ورسم خطوط الكنتــور، وتعد هذه الطريقة من أدق الطرق لدراسة أبعاد الأحواض وشبكات تصريفها لما تمتاز به مــن الدقة والسرعة في استخراج واستخلاص النتائج، وذلك باستخدام برنامج Arc Gis 9.2، أمــا المعاملات المورفومترية الخاصة بدراسة الأحــواض المتمثلــة فــي الخصــائص الشــكلية وخصائص شبكات التصريف فقد تم حسابها في برنامج Excel 2007، ولإيضاح العلاقــات الارتباطية بين خصائص الأحواض وشبكات التصريف فقــد تم استخدام برنامج SPSS. 18 كما تم رسم القطاعات الطولية للأودية في برنامج Global Mapper. 11 إضافة إلى الدراسة الميدانية.

ويوجد في المنطقة حوالي 58 حوضاً رئيسياً (شكل 3 ــ 1) إضافة إلى أكثــر مــن 100 وادي تظهر كأحواض ذات مجاري من الرتبة الأولى، أي أنها وحيــدة المجــري، ضــحلة لا يتعدى طولها 200 متر في الغالب، وتمتد معظم هذه الأودية في محاور مــن الجنــوب إلــى الشمال، وبعضها يمتد من الغرب إلى الشرق، بشكل متوازي لتصب فــي البحــر المتوســط وتعتبر هذه الأودية من أهم المظاهر التي تتميز بها منطقــة الدراســة، وباســتخدام الوســائل المتاحة من خرائط وصور فضائية وعمل ميداني أمكن دراسة الجوانب **التالية:**

أولا : الخصائص المورفولوجية لحواض التصريف .

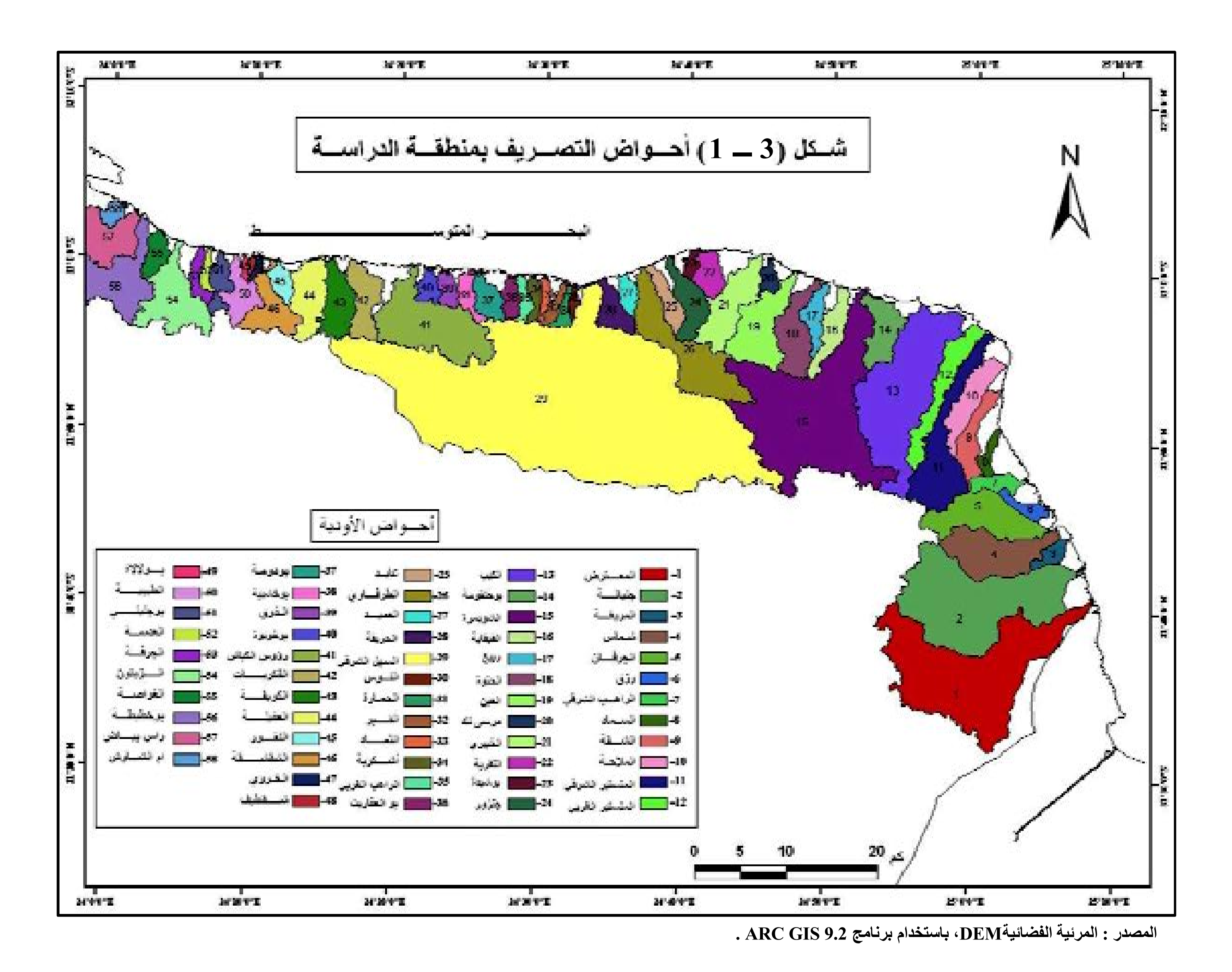
ثانيا : الخصائصالمورفومترية لشبكات التصريف.

ثالثا : أنماط التصريف لشبكات الأودية .

رابعا : العلاقة بين خصائص الأحواض وعناصر الشبكة.

خامسا : قطاعات الأودية.

شكل (3 – 1) أحواض التصريف بمنطقة الدراسة



المصدر : المرئية الفضائيةDEM، باستخدام برنامج ARC GIS 9.2 .

أولا: خصائص المورفولوجية لحواض التصريف:

تشمل خصائص أحواض التصريف مجموعة من المتغيرات (المساحة ـ الطول ـ العرض ـ المحيط)، فالمساحة هي أساس دراسة الخصائص المورفومترية، وهي ناتج الطول والعرض والمحيط، إضافة إلى تحليل شكل الأحواض، وذلك من خلال حساب كل من معدل الاستطالة، ومعدل الاستدارة، ومعامل شكل الحوض، ونسبة الطول والعرض للحوض، وسوف يتم دراستها على النحو **التالي:**

1 ـ الخصائص المساحية وأبعاد الأحواض:

1ـ1 ـ مساحة أحواض التصريف :

تعد دراسة مساحة أحواض التصريف ذات أهمية كبيرة ؛ لما لـه علاقـة وثيقـة بنظـام التصريف خاصة من حيث أعداد المجاري وأطوالها، وكمية التصـريف وحجـم الرواسـب، وتعتبر المساحة الحوضية من أهم المعاملات المورفومترية التي تقوم عليه كافـه التحلـيلات المورفومترية الأخرى، فمن الطبيعي أنه كلما كبرت مساحة الحوض زادت كمية الأمطار التي تستقبلها مما يؤدي إلى زيادة مائية الحوض، هذا مع افتراض ثبات بقية المتغيرات الأخـرى، مثل نوع الصخر ونظامه والتضرس وشكل شبكة التصريف (محمود عاشور، ومجدي تراب، 1991، ص289، 290).

تبلغ مساحة أحواض التصريف بالمنطقة حوالي 2228 كم^2 تضم 58 حوضـاً، وتتفـاوت مساحة الأحواض مابين 1.30 كم^2 كأصغر الأحواض (حوض وادي شقطيف)، و528.8 كم^2 أكبر الأحواض (حوض وادي السهل الشرقي)، ويبلغ المتوسـط العـام لمسـاحة الأحـواض بالمنطقة حوالي 38.4 كم^2، ولم يتجاوز هذا المتوسط سوى 14 حوضـاً، وتعـد مـن أكبـر الأحواض بالمنطقة، وهي تضم أحواض أودية (المتعرض، جليانة، شماس، الجرفان، المنستير الشرقي، الكيب، والشويمرة، العين، الطرفاوي، السهل الشرقي، رؤوس الكبـاش، الزيتـون، بوخطيطة، رأس بياض)، وتمثل نسبة 76% من جملة مساحات أحـواض التصـريف، أمـا المساحة الباقية فهي 24% من جملة مساحات أحواض التصريف، وتضم 44 حوضـاً لـم تتجاوز 38.4 كم^2، وهي أغلبها أحواض صغيرة في المساحة.

ومن خلال الجدول (3 ــ 1) و(شكل3 ــ 2) أمكن تقسـيم مسـاحة أحـواض التصـريف بالمنطقة إلى الفئات **التالية:**

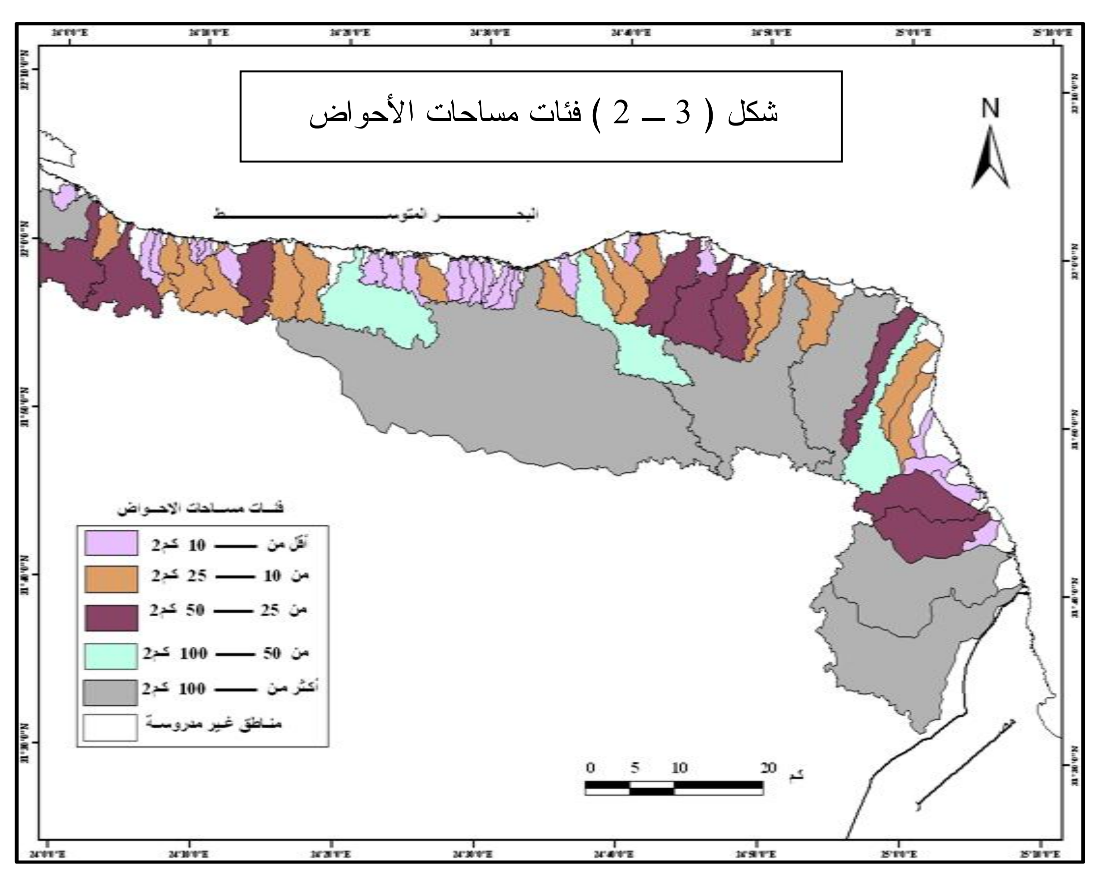
- **أحواض مساحتها أقل من 10 كم^2** : تتشكل هذه الأحواض نسبة 41.3% من جملـة أعـداد الأحواض وتضم 24 حوضاً تراوحت مساحتها مابين 1.3 كـم^2 بحـوض وادي شـقطيف بمنطقة باب الزيتون و9.2 كم^2 بحوض وادي الراهب الشرقي بمنطقة كمبوت بمتوسط يبلـغ 5.7 كم^2، ورغم ارتفاع عدد الأحواض في هذه الفئة إلا أنها لم تشكل سوي 6.1% من جملة

مساحة الأحواض بالمنطقة بمساحة تبلغ 138 كم^2، ويرجع انخفاض المساحة الحوضية في هذه الأحواض بشكل ملحوظ إلى شدة تأثرها بالظروف البنيوية والاختلافات اللثيولوجية للصخور وشدة انحدار حافات الهضبة وقربها من خط الساحل، مما جعل مجاريها تمتاز بالاستقامة وقصر أطوالها وسرعة جريانها وذات جوانب شديدة الانحدار وبالتالي ظهرت صغيرة المساحة.

- **أحواض مساحتها مابين 10 ــ 25 كم^2** : تشمل هذه الفئة 16 حوضاً من جملة أحواض المنطقة وتشكل نسبة 27.5% من جملة عدد الأحواض، وتراوحت مساحتها مابين 10.4 كم^2 بحوض وادي الغواصة بمنطقة باب الزيتون و 23.5 كم^2 بحوض وادي الملاحة بمنطقة رأس عزاز، بمتوسط 17 كم^2 وبلغ إجمالي مساحات هذه الفئة حوالي 276 كم^2 بنسبة 12% من جملة مساحة الأحواض بالمنطقة.
- **أحواض مساحتها مابين 25 ــ 50 كم^2** : بلغ إجمالي مساحة هذه الفئة 340 كم^2 بنسبة 15.2% من جملة مساحة أحواض التصريف بالمنطقة، وتضم 9 أحواض بنسبة 15.5% من جملة عدد الأحواض وهي أحواض أودية (شماس ، الجرفان ، المنستير الشرقي ، الحتوة ، العين ، الخبيري ، العقيلة ، الزيتون ، بوخطيطة)، وتراوحت مساحتها مابين 27.8 كم^2 بحوض وادي العقيلة و48.8 كم^2 بحوض وادي بوخطيطة، بمتوسط عام يبلغ 37.8 كم^2.
- **أحواض مساحتها مابين 50 ــ 100 كم^2** : تشمل هذه الفئة على 3 أحواض بنسبة 5.1% من جملة عدد الأحواض وتضم أحواض أودية (المنستير الشرقي ، الطرفاوي ، رؤوس الكباش)، وتراوحت مساحتها مابين 51.9 ــ 69.6 كم^2، وبلغ إجمالي مساحتها 180 كم^2 بنسبة 8.0% من جملة مساحة أحواض التصريف بالمنطقة.
- **أحواض كبيرة المساحة أكثر من100 كم^2** : تمثلت هذه الفئة في 6 أحواض بنسبة 10.3% ، جملة عدد الأحواض، وتضم أحواض أودية (المعترض ، جليانة ، الكيب ، الشويمرة، السهل الشرقي ، رأس بياض)، وتراوحت مساحاتها مابين 116.8 كم^2 بحوض وادي الكيب و528.8 كم^2 بحوض وادي السهل الشرقي، بمتوسط 215 كم^2، وبلغ إجمالي مساحتها 1294 كم^2 بنسبة 58% من جملة مساحة أحواض التصريف بالمنطقة.

من خلال العرض السابق لمساحات أحواض التصريف بالمنطقة، نلاحظ التباين بين مساحات أحواض التصريف، حيث بلغت نسبة الأحواض التي تقل مساحاتها عن 50 كم^2 84.3% من جملة مساحة أحواض التصريف، وهذا يدل على صغره مساحاتها بصفة عامة.

وربما يرجع هــذا الاختلاف في مساحة أحواض التصريف، إلى الاختلاف في الظروف البنيوية والطبيعية، وإلى ظهور حافات الهضبة والتي تشكلت عليها مجاري قصيرة وســريعة الجريان ووقوعها على الحافات القريبة من المنطقة الساحلية والتي انعكــس انحــدارها علــى مجاري الأودية مما لايعطي الفرص لتطوير هذه المجاري وزيادة مساحتها الحوضية، حيــث نلاحظ تركز جميع الأحواض صغيرة المساحة عند الحافات الساحلية، فمعظمها ذات جوانــب شديدة الانحدار، كما تأثرت أغلب أحواض الأودية بالعديد من الصــدوع الموازيــة لمجــرى الأودية والعمودية عليها مما حد من قدرة الأودية على توسيع مجاريها وتراجع خطوط تقســيم مياهها. كما أن هناك عدة عوامل لعبت دورا في تباين مساحات الأحــواض ولعــل أبرزهــا الاختلافات اللثيولوجية لتكوينات للصخور ونظامها وميل طبقاتها والظروف المناخية ودرجــة انحدار السطح، عوامل لها دور كبير في تحديد مساحة الأحواض داخــل المنطقــة، كمــا أن الظروف المناخية السابقة كان لها الدور الأكبر في تفاوت مساحة الأحواض وفي أبعادها مثل الطول والعرض والمحيط وما يحدث لها اليوم سوى بعض التعديلات.



شكل (3 ــ 2) فئات مساحات الأحواض

المصدر: إعداد الباحث، من المرئية الفضائية DEM باستخدام برنامج ARC GIS9.2.

جدول (3 ـــ 1) الخصائص المساحية والأبعاد الخطية للأحواض

الرقم	الحوض	المساحة	المحيط	الطول	العرض	الرقم	الحوض	المساحة	المحيط	الطول	العرض
1	المعترض	156.9	93.9	23.7	19.5	30	النوس	2.7	10.3	4.1	1.3
2	جليانة	132.8	66.6	20.7	14.2	31	الحماره	5.5	15.5	5.6	1.8
3	المريعة	6.8	12.9	5.1	2.3	32	القبر	5.7	15.7	5.7	1.7
4	شماس	46.5	36.6	13.4	6.1	33	الثماد	4.0	13.4	5.1	1.2
5	الجرفان	43.5	39.1	14.1	4.8	34	اشكربة	5.6	14.8	5.8	1.7
6	رزق	7.5	15.0	5.7	2.2	35	الراهب الغربي	6.2	15.4	5.7	1.9
7	الراهب الشرقي	9.2	17.4	6.8	2.5	36	بوالعفاريت	7.2	14.1	4.8	2.3
8	السماد	5.7	13.7	5.7	2.8	37	بودمه	12.5	18.7	6.4	3.5
9	الشقة	18.2	28.7	12.9	2.9	38	بوخشيبة	8.5	18.4	6.7	2.1
10	الملاحة	23.5	31.7	13.2	3.5	39	الذوق	7.3	13.3	4.4	2.4
11	المنستير الشرقي	51.9	64.1	21.5	6.8	40	بوخويوه	7.4	15.5	4.0	3.1
12	المنستير الغربي	29.9	48.8	17.8	3.2	41	رؤوس الكباش	69.6	57.5	10.8	4.4
13	الكيب	116.8	77	23.5	9.3	42	الفكريات	22.9	30.0	9.8	4.1
14	بوحلقومة	23.2	29.2	9.3	5.6	43	الكويفه	23.1	29.8	9.3	3.7
15	الشويمرة	177	116	26.3	22.7	44	العقيلة	27.8	31.4	10.2	3.9
16	القبقابة	17.9	30.7	10.9	3.1	45	النقور	7.9	14.3	5.1	2.4
17	ربيع	12.2	24.1	8.8	2.8	46	الشقشقة	23.2	34.5	8.7	7.4
18	الحتوة	29.0	35.3	11.9	4.7	47	الخروي	2.1	8.7	3.2	1.2
19	العين	39.9	40.0	12.1	6.3	48	شقطيف	1.3	6.3	2.3	1.1
20	مرسي لك	5.6	15.3	4.8	2.7	49	بولالاة	2.1	9.1	3.4	1.3
21	الخبيري	34.6	40.7	12.3	4.4	50	الطينية	17.3	28.6	8.3	5.3
22	النقربة	13.0	17.9	5.4	3.6	51	بوجليلي	11.0	23.7	7.3	3.1
23	بوشيده	4.2	11.7	3.9	2.1	52	العدسة	4.5	13.4	5.3	1.7
24	جنزور	20.9	28.5	11.1	3.5	53	الجرفه	7.6	18.5	7.1	2.7
25	عايد	11.9	21.6	8.2	2.6	54	الزيتون	40.5	47.6	11.8	8.5
26	الطرفاوي	58.5	59.9	21.2	6.8	55	الغواصة	10.4	16.8	5.9	3.1
27	العميد	7.6	14.5	5.1	2.2	56	بوخطيطة	48.8	56.4	12.8	9.3
28	الحريقة	14.4	20.4	7.1	3.8	57	رأس بياض	181.8	122.1	35.5	19.9
29	السهل الشرقي	528.8	172.3	21.4	51.5	58	أم الشاوش	5.5	12.0	3.6	2.4
المتوســـــط		ـــــ	ـــــ	ـــــ	ـــــ		ـــــــــــ	38.4	33.6	10.4	5.4

المصدر: إعداد الطالب، قياسات من المرئية الفضائية DEM باستخدام برنامج ARC GIS9.2.

1 ـ 2 ـ أطوال الأحواض : Basins Length

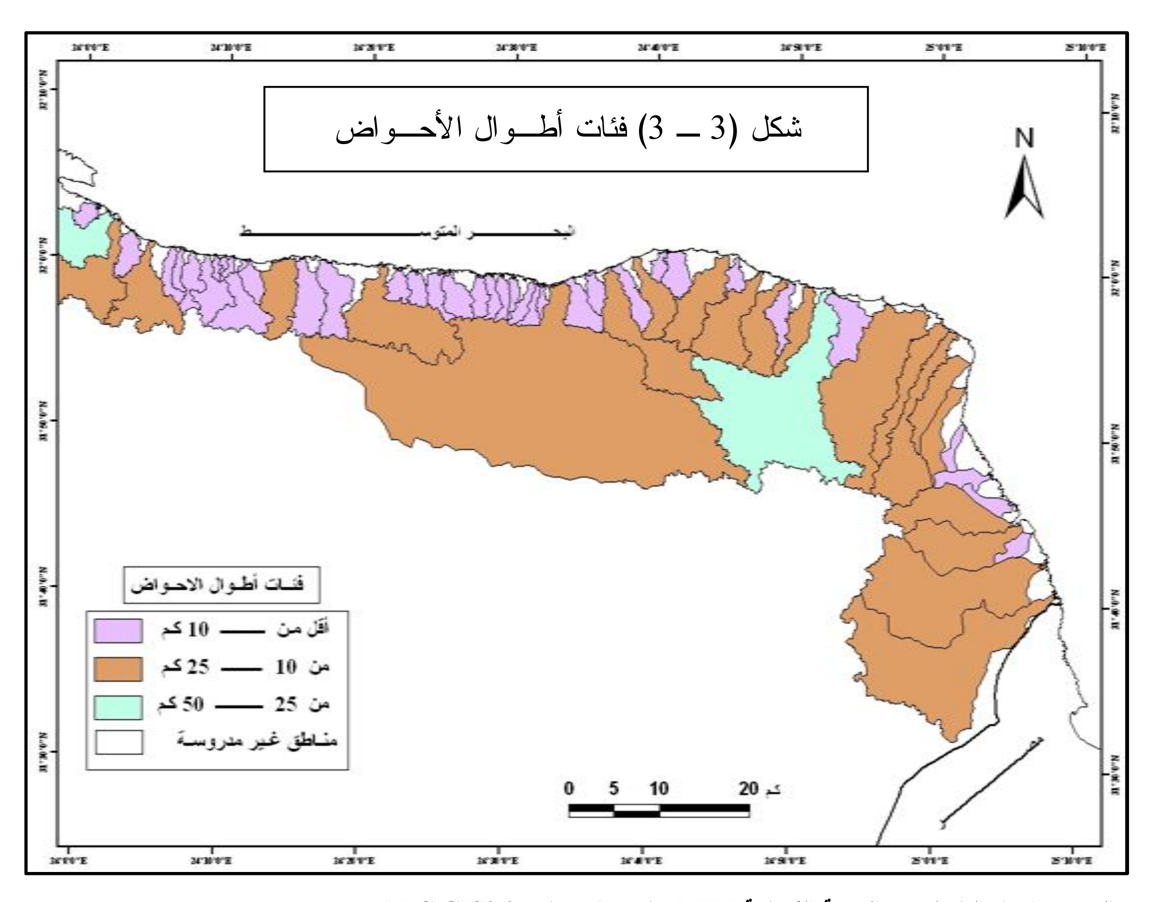
يعد الطول الحوضي من الأبعاد الرئيسية التي يتم قياسها لحساب بعض المعاملات المورفومترية، سواء كان لدراسة أشكال الأحواض أو لإيضاح خصائصها التضاريسية (محمود عاشور، ومجدي تراب، 1991، ص290، 291)، وهناك عدة طرق لقياس أطوال الأحواض، وتم اتباع الطريقة التي وضعها جريجوري وولنج (p.50. 1973. Gregory & walling)، والذي يقيس طول الحوض بخط يمتد من المصب إلى أبعد نقطة على محيط الحوض، لأنها تتناسب مع حساب بعض المعاملات المورفومترية، إضافة إلى اتباعها كثير من الباحثين الجيومورفولوجيين في دراسة خصائص أحواض التصريف.

تتراوح أطوال الأحواض بالمنطقة مابين 2.3 كم (بحوض وادي شقطيف) بمنطقة باب الزيتون و35 كم (بحوض وادي رأس بياض) بمنطقة باب الزيتون، بمتوسط عام 10 كم، يزيد عن هذا المتوسط 22 حوضاً، وهي أحواض أودية (المعترض، جليانة، شماس، الجرفان، الشقة، الملاحة، المنستير الشرقي، المنستير الغربي، الكيب، الشويمرة، القبقابة، العين، الحتوة، الخبيري، جنزور، الطرفاوي، السهل الشرقي، رؤوس الكباش، العقيلة، الزيتون، بوخطيطة، رأس بياض)، وتغطي نسبة 38% من جملة أطوال الأحواض وهي تعد أكبر الأحواض بالمنطقة، أما بقية الأحواض جاءت أقل من هذا المتوسط، وتراوحت أطوالها مابين 2.3 و9.8 كم بنسبة 62.0% من جملة أطوال الأحواض، وجميعها أحواض صغيرة المساحة، ومن الجدول (3 ـ 1) و (شكل 3 ـ 3) أمكن تصنيف أطوال الأحواض بالمنطقة إلى الفئات **التالية:**

- **أحواض أطوالها أقل من 10 كم:** تشمل هذه الفئة على عدد 36 حوضاً بنسبة 62% من جملة عدد الأحواض، وتراوحت أطوالها مابين 2.3 كم بحوض وادي شقطيف بمنطقة باب الزيتون و 9.8 كم بحوض وادي الفكريات بمنطقة القعرة، بمتوسط عام يبلغ 6 كم، وتضم هذه الفئة جميع الأحواض صغيرة المساحة.
- **أحواض أطوالها مابين 10 ـ 25 كم:** تمثل هذه الفئة نسبة 34.4% من جملة عدد الأحواض، موزعة على عدد 20 حوضاً، تراوحت أطوالها مابين 10.2 كم بحوض وادي العقيلة بمنطقة العقيلة و23.7 كم بحوض وادي المعترض بمنطقة إمساعد، بمتوسط عام يبلغ 15.3كم.
- **أحواض أطولها تزيد عن 25 كم:** تشمل هذه الفئة على حوضين فقط بنسبة 3.5% من جملة عدد الأحواض، هما حوض وادي الشويمرة بطول يبلغ 26.3 كم، وحوض وادي رأس بياض بطول يبلغ 35.5 كم، وتتميز هذه الأحواض بكبر مساحتها، بل هي من أكبر الأحواض بالمنطقة.

يتضح من دراسة أطوال الأحواض بالمنطقة، أن جميع الأحواض بالمنطقة تميزت بقصر أطوالها باستثناء حوضين هما: حوض وادي الشويمرة وحــوض وادي رأس بيــاض اللــذان تجاوز طولهما عن 25 كم، في حين تركزت باقي الأحواض في الفئات التي تقل عن 25 كم بنسبة 96.4% من جملة عدد الأحواض، وربما يرجع تركز الأحواض في الفئات التــي تقــل عن 25 كم إلى صغر مساحة الأحواض وتأثــرها بالعديد من الصدوع الطولية التــي عملــت على تحديد منابع تلك الأودية، ووقوعها على الحافات الساحلية مما جعــل مجاريهــا ســريعة الجريان بسبب ضيق المسافة مابين المنبع والمصب، وبالتالي لــم تســتطع توســيع وإطالــة أطوالها، إضافة إلى الظروف المناخية في الوقت الحاضر التي كان لها دور في عــدم زيــادة أطوال المجاري بصورة واضحة بسبب ضعف عمليات النحت والتراجع الراسي في منــاطق المنابع.

ويمكن القول بصفة عامة أن الأحواض قصيرة الطول هي نفســها الأحــواض صــغيرة المساحة، والعكس صحيح أي أنه توجد علاقة طرديــة موجبــة مــابين مســاحة الأحــواض وأطوالها، وهذا يؤكد ارتفاع معامل الارتباط بينهما والذي يبلغ حوالي 0.66 .



شكل (3 ــ 3) فئات أطــوال الأحــواض

المصدر: إعداد الباحث، من المرئية الفضائية DEM باستخدام برنامج ARC GIS9.2.

1 ـ3 ـ عرض الأحواض : Basins Width

لقد زادت أهمية دراسة عرض الأحواض خاصة عند دراسة أشكالها التصريفية، ويستخدم هذا المتغير عند قياس نسبة الطول والعرض الحوضي للدلالة على شكل الحوض (حسن رمضان سلامة، 1982، ص 5،13)، وتوجد عدة طرق لحساب عرض الأحواض منها، حساب عرض الأحواض على أساس أقصى عرض للحوض، وقد اتبعت هذه الطريقة حتى يتم مقارنتها مع أقصى طول للحوض وإيجاد النسبة بينهما (محمود عاشور، مجدي تراب، 1991، ص 293).

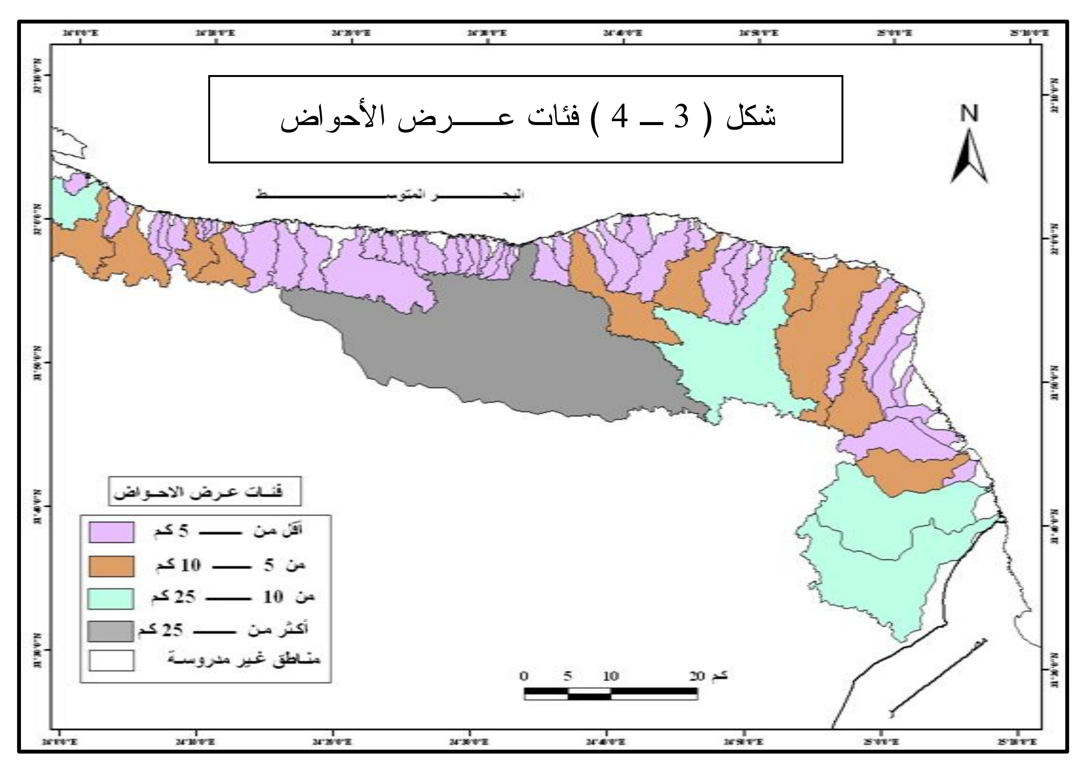
يبلغ متوسط عرض الأحواض بالمنطقة 5.4 كم، ولم يتجاوز هذا المعدل سوي 14 حوضاً بنسبة 24.2% من جملة عرض الأحواض، أما الأحواض الباقية وعددها 44 حوضاً بنسبة 75.8% من جملة عرض الأحواض فيتراوح عرضها ما بين 1.1 كم، 5.3 كم.

من الجدول (3 ــ 1) و (شكل3 ــ 4) يمكن تقسيم أحواض أودية المنطقة بناء على عرضها إلى الفئات **التالية:**

- **أحواض عرضها اقل من 5 كم:** وتضم هذه الفئة 43 حوضاً بنسبة 74.1% من جملة عدد الأحواض، وتراوح عرضها مابين 1.1 كم بحوض وادي شقطيف بمنطقة بــاب الزيتون، و4.8 كم بحوض وادي الجرفان بمنطقة البردية بمتوسط عام يبلغ 2.7 كم.
- **أحواض عرضها مابين 5 ــ 10 كم :** وتمثل هذه الفئة نسبة 17.2%من جملة عدد الأحواض، موزعة على عدد 10 أحواض، وتضم أحواض أودية (شماس، المنستير الشرقي، الكيب، بوحلقومة، العين، الطرفاوي، الشقشقة، الطينية، الزيتون، بوخطيطة)، وتراوح عرضها مابين 5.3 كم بحوض وادي الطينية بمنطقة باب الزيتون و9.3 كم بحوضي وادي الكيب بمنطقة زاوية أم ركبة وبوخطيطة بمنطقة باب الزيتون، بمتوسط عام يبلغ 7.1 كم.
- **أحواض عرضها مابين 10 ــ 25 كم :** تضم هذه الفئة عدد4 أحواض بنسبة 7% من جملة عدد الأحواض، وتضم أحواض أودية (المعترض، جليانة، الشويمرة، رأس بياض)، ويتراوح عرضها مابين 14.2 كم بحوض وادي جليانة و 22.7 بحوض وادي الشويمرة، بمتوسط عرض يبلغ 19 كم.
- **أحواض عرضها يزيد عن 25 كم:** تضم هذه الفئة حوضاً واحداً وهو حوض وادي السهل الشرقي بعرض يبلغ 51.5 كم، ويعد أكبر الأحواض بالمنطقة من حيث المساحة، ولعل هذا يعد أمراً طبيعياً ومتوافقاً مع النتائج التي سبق أن توصلنا إليها عند دراسة المساحة والطول، والتي أوضحت أن هذا الوادي ينفرد بأكبر مساحة حوضية بالمنطقة، وربما ترجع أسباب اتساعه إلى تراجع خطوط تقسيم مياه على حساب الأحواض المجاورة ؛ نتيجة لكثرة

مائية أو أن الصخور التي يجري عليها أقل صلابة وأكثر قابلية لعمليات النحت، إضافة إلى اتساع واستواء جزء كبير من السطح الذي عمل على تشعب مجاريه بعــد خروجــه مــن حافات الهضبة الساحلية، أو أنه قد وصل إلى مرحلة متقدمة من دورته التحاتية.

في ضوء ما تقدم عن عرض الأحواض بمنطقة الدراسة، نلاحظ أن جميــع أحــواض المنطقة من الأحواض الطولية التي يزيد طولها عن عرضها، وتميزت بوصول الميــاه إلــى المجاري الرئيسي في أوقات مختلفة وبالتالي يستمر الجريان لمدة أطول ويقل خطر الفيضان، أما الأحواض التي تميزت بعرضها مثل حوض وادي السهل الشرقي والشويمرة، نلاحــظ أن المياه تصل إلى المجري الرئيسي في وقت واحد تقريبا ؛ مما يؤدي إلى زيادة فترة الجريــان وتركزه في فترة زمنية معينة والذي يؤدي إلى زيادة حجم وكمية الرواسب، وإنه على الــرغم من اختلاف عرض الأحواض بالمنطقة إلا أنها تميزت جميعا بقلة عرضــها بصــفة عامــة، باستثناء حوض وادي السهل الشرقي ؛ وربما يرجع هذا إلى طبيعة نشــأة الهضــبة، وشــدة انحدار حافاتها الساحلية التي عملت على تصريف المياه بشكل خطوط مستقيمة وعمودية على واجهات الحافات مما حد من عملية النحت الجانبي، وهذا ما تظهر علية الأودية بشكل خطوط متوازية وذات جوانب شديدة الانحدار، أما من حيث التفاوت بين عرض الأحواض فــيمكن أن نرجع ذلك إلى أثر الظروف البنيويــة، والاختلافــات اللثيولوجيــة للصــخور، والعمليــات الجيومورفولوجية وإلى المرحلة التحاتية التي وصلت إليها الأحواض .



المصدر: إعدد الباحث، من المرئية الفضائية DEM باستخدام برنامج ARC GIS9.2.

1 ـ4 ـ محيط الأحــواض:

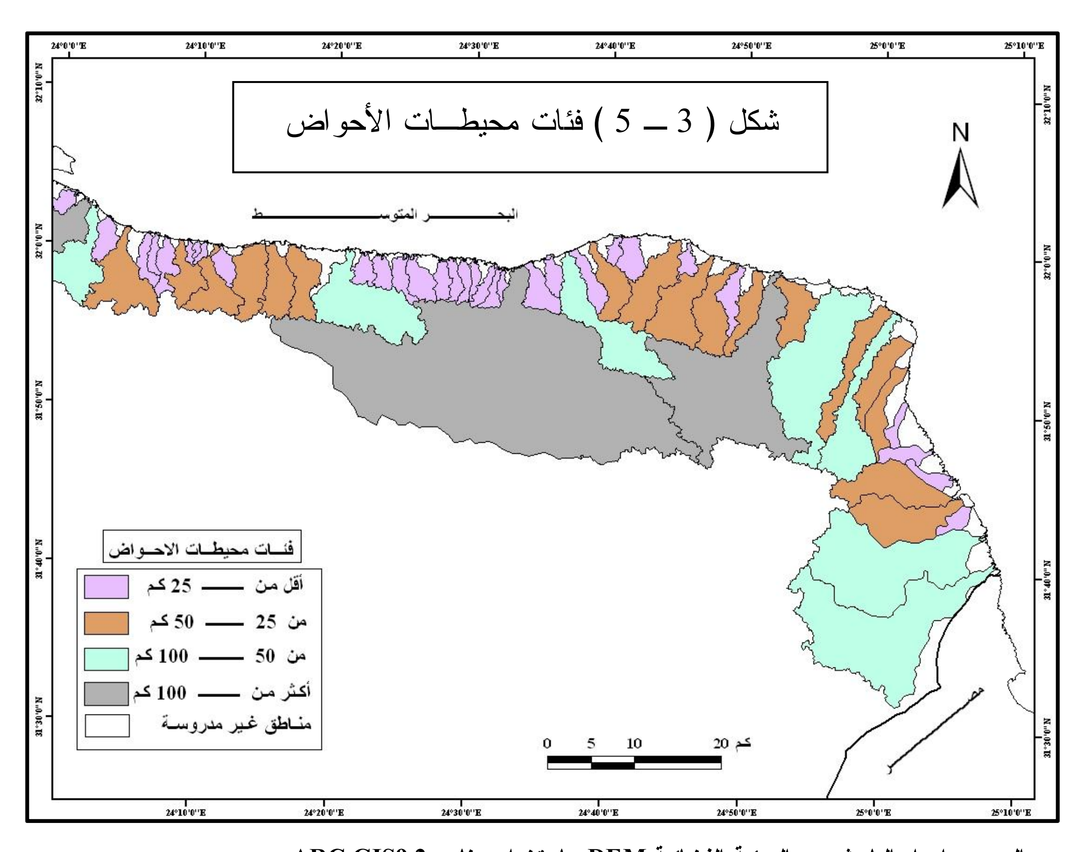
يقصد بمحيط الحوض هو طول خط تقسيم المياه بين حوض ما وما يجاورها من أحواض (خلف الدليمي، 2005، ص267)، وتتمثل أهميتها التي يعتمد عليه في حساب العديد من الخصائص الشكلية والتضاريسية (محمود عاشور، محمد مجدي تراب، 1991، ص 293).

يبلغ متوسط محيط الأحواض بالمنطقة حوالي 33.6 كم، ولم يتجاوز هذا المتوسط سوى 16 حوضا بنسبة 27.5% من جملة محيطات الأحواض، وأن جميع هذه الأحواض هي كبيرة المساحة وتتميز بكثرة تعرجات خط تقسيم المياه، أما الأحواض الباقية وعددها 42 حوضاً تراوحت محيطاتها مابين 6.3 ــ 31.7 كم بنسبة 72.4% من جملة محيطات الأحواض، وهي الأحواض صغيرة المساحة وبالتالي صغر طول محيطاتها، ومن الجدول (3 ــ 1) و (شكل3 ــ 5)، أمكن تقسيم محيطات الأحواض بالمنطقة إلى الفئات **التالية:**

- **أحواض طول محيطاتها أقل من 25 كم:** تمثل هذه الفئة 53.4% من جملة عدد الأحواض، موزعة على عدد 31 حوضاً، تراوح طول محيطاتها مابين 6.3 كم بحوض وادي شقطيف بمنطقة باب الزيتون و24.1 كم بحوض وادي ربيع بمنطقة جنزور بمتوسط عام يبلغ 15.2 كم.
- **أحواض طوال محيطاتها مابين25 ــ 50 كم:** تضم هذه الفئة 17 حوضاً بنسبة 29.4% من جملة عدد الأحواض، وتراوح طول محيطاتها مابين 28.7 كم بحوض وادي الشقة بمنطقة رأس عزاز و 48.8 كم بحوض وادي المنستير الغربي بمنطقة زاوية أم ركبة بمتوسط عام يبلغ 34.7 كم.
- **أحواض طوال محيطاتها مابين 50 ــ 100 كم:** تشمل هذه الفئة على 7 أحواض بنسبة 12% من جملة عدد الأحواض، وتضم أحواض أودية (المعترض، جليانة، المنستير الشرقي، الكيب، الطرفاوي، رؤوس الكباش، بوخطيطة)، وتراوح طول محيطاتها مابين 56.4 كم بحوض وادي بوخطيطة بمنطقة باب الزيتون و 93.9 كم بحوض وادي المعترض بمنطقة إمساعد، بمتوسط عام يبلغ 68 كم.
- **أحواض يزيد طول محيطاتها عن 100 كم:** تشمل هذه الفئة على 3 أحواض، بنسبة 5.1% وتضم أحواض أودية (الشويمرة، السهل الشرقي، رأس بياض)، ويتراوح طول محيطاتها مابين 116 كم بحوض وادي الشويمرة بمنطقة زاوية أم ركبة و 172.3 كم بحوض وادي السهل الشرقي بمنطقة كمبوت، بمتوسط 136.8 كم، وترجع زيادة طول محيطات هذه الأحواض إلى كبر مساحاتها وأطوالها وكثرة روافدها، إضافة إلى كثرة تعرجاتها والتي فرضتها عليها الظروف البنيوية والمتمثلة في الحافات، مما أدي إلى عدم تناسق شكلها وزيادة طول محيطاتها.

تتباين أحواض الأودية فيما بينها من حيث أطوال محيطاتها وإن كان معظمها أقـل من المتوسط العام الذي يبلغ 33.6 كم، مما يدل بشكل عام على قصر أطـوال محيطـات الأودية، وهذا يعد انعكاسا طبيعيا لصغر مساحة الأحواض كما أوضحنا سابقا، كما توجـد علاقة طردية موجبة بين مساحات الأحواض وأبعادها مثل (الطول ـ العرض ـــ المحيط)، حيث بلغت قيم الارتباط بينهما على التوالي (0.66 ـ 0.98 ـــ 0.91)، أي كلمـا زادت المساحة الحوضية زادت الأبعاد الأخرى، فالأحواض كبيرة المساحة هي نفسها كبيرة فـي الطول والعرض والمحيط.

من خلال العرض السابق لأبعاد الأحواض بالمنطقة، نجد تميز أغلـب الأحـواض بصغر مساحتها وأبعادها، وهو أمر يتوافق مع ظروف نشأة الهضبة حيث كان لحركـات الرفع التي أصابت المنطقة في الزمن الثالث أثر في تحديد أبعاد الأحـواض والتـي أدت إلى قصر أطوالها وصغر مساحتها على الحافات الساحلية، كما أكدت الدراسة التي أجراها محمد رمضان مصطفي، 1993، لهضبة الدفة بمصر أن أغلبية أحواض الأودية بالهضبة تميـزت بصـغر مسـاحتها وأبعادهـا، وهـي منطقـة مجـاوره لمنطقـة الدراسـة ولا تختلف كثيرا عنها.



المصدر: إعداد الباحث، من المرئية الفضائية DEM باستخدام برنامج ARC GIS9.2.

2 ـ أشكال الأحــواض:

تفيد دراسة أشكال أحواض التصريف في التعرف على العمليات الجيومورفولوجية التي ساهمت في تشكيلها وتطورها، كما تستخدم كوسيلة في تحديد وتوضيح التطور الجيومورفولوجي لهذه الأشكال واتجاهات تطورها (حسن رمضان سلامة، 1982، ص5) كما يمكن مقارنة أشكال الأحواض بأشكال هندسية مثل المربع والمثلث، ويرى استريلر (Strahler،1985.P.282) أن جميع الأحواض التصريفية المتشابهة في خصائصها الشكلية والمساحية لابد أن تتماثل في خصائصها الجيومورفولوجية الأخرى، لأن هذا التشابه في أشكال الأحواض ومساحتها ناتج عن العمليات المشكلة له، إلا أنه قد تتشابه جميع العوامل الجيولوجية من حيث البنية والتركيب الجيولوجي، إلا أن أشكال أحواض التصريف ومساحتها تختلف تبعا لتفاوت الفترة الزمنية التي قطعتها تلك الأحواض من دورتها التحاتية (أحمد احمد مصطفى، 1982، ص183)، ولدراسة أشكال الأحواض بمنطقة الدراسة، تم حساب كلا من، معدل الاستطالة ومعدل الاستدارة، ومعدل شكل الحوض، ونسبة الطول والعرض الحوضي.

2 ـ 1 ـ معــدل الاستطالة: Elongation Ratio

يوضح معدل الاستطالة مدى التشابه بين مساحة الحوض والشكل المستطيل، ويعد هذا المعدل من أكثر المعاملات المورفومترية دقة في قياس أشكال أحواض التصريف، ويتم حساب معدل الاستطالة بالمعادلة **التالية:**

$$\text{معدل الاستطالة} = \frac{\text{قطر الدائرة المساوية لمساحة الحوض كم}}{\text{أقصى طول للحوض كم}}$$

(محمود عاشور، مجدي تراب،1991، ص 316، 317)

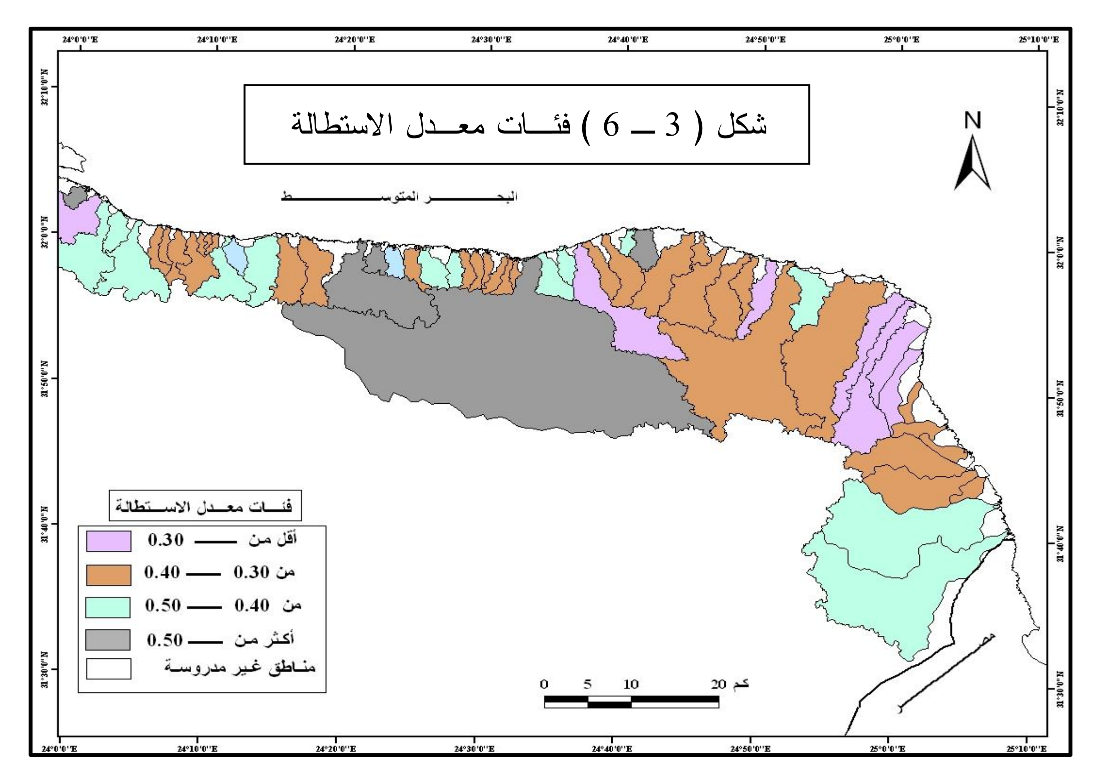
وتتراوح قيمة النتائج مابين الصفر والواحد الصحيح، وكلما انخفض المعدل واقترب من الصفر دل ذلك على شدة الاستطالة، وكلما ارتفعت قيمة المعدل واقتربت من الواحد الصحيح دل ذلك على ابتعاد شكل الحوض عن المستطيل واقترابه من الشكل الدائري.

يبلغ متوسط معدل الاستطالة بأحواض المنطقة 0.38، وعليه يتبين أن أحواض التصريف في المنطقة تميل إلى الاستطالة، حيث تتراوح معدلات الاستطالة مابين 0.24 ، و0.85، وسجل حوالي 26 حوضاً أقل من المتوسط مابين 0.24 و 0.37 ، وهي الأحواض الأقرب إلى الاستطالة، بنسبة 44.8% من جملة أحواض التصريف، أما الأحواض الباقية فقد سجلت معدلات استطالة تتراوح مابين 0.51 ــ 0.85 .

وبدراسة معدل الاستطالة على مستوي الأحواض بالمنطقة جدول (3 ــ 2) و(شكل3 ــ 6) يمكن تصنيف معدل الاستطالة إلى الفئات **التالية:**

- **أحواض معدل استطالتها أقل من 0.30 :** تشمل هــذه الفئــة 7 أحــواض بنســبة 12% من جملة عدد الأحواض وتضم أحواض أودية (الشــقة، الملاحــة، المنســتير الشــرقي، المنستير الغربي، القبقابة، الطرفاوي، رأس بياض)، وتراوح معدل استطالتها مابين 0.24 بحوض وادي المنستير الغربي و0.30 بحوضي وادي القبقابة ورأس بياض، بمتوسط عام يبلغ 0.23 .
- **أحواض معدل استطالتها مابين 0.30 ــ 0.40 :** تضم هذه الفئــة 31 حوضــا بنســبة 53.4% من جملة عدد الأحواض وتراوح معدل استطالتها مابين 0.31 بأحواض أوديــة (ربيع، النوس، الثماد، العدسة، الجرفة) و0.40 بــأحواض أوديــة (المريغــة، شــماس، الشويمرة، العين)، بمتوسط عام يبلغ 0.35 .
- **أحواض معدل استطالتها مابين 0.40 ــ 0.50 :** تشكل هذه الفئة نسبة 26% من جملــة عدد الأحواض موزعة على عدد 15 حوضا، وهي أحواض أودية (المعتــرض، جليانــة، بوحلقومة، بوشيده، العميد، الحريقة، بوالعفاريت، بودومــة، الــذوق، العقيلــة، النقــور، الشقشقة، الزيتون، الغواصة، بوخطيطة)، وتراوح معدل استطالتها مابين 0.40 و0.49 ، بمتوسط استطالة يبلغ 0.43 .
- **أحواض معدل استطالتها أكثر من 0.50 :** تضم هذه الفئــة 5 أحــواض بنســبة 8.6% موزعة على أحواض أودية (النقربة، السهل الشــرقي، بوخويــوه، رؤوس الكبــاش، أم الشاوش)، وتراوح معدل استطالتها مــابين 0.51 بحــوض وادي أم الشــاوش و0.85 بحوض وادي السهل الشرقي، بمتوسط استطالة يبلغ 0.60 .

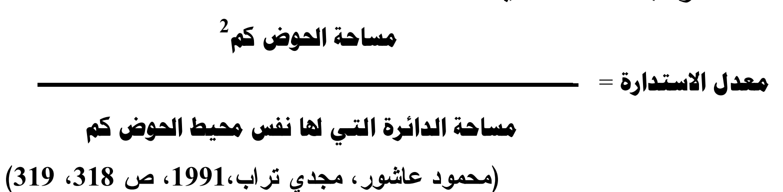
من خلال تحليل معدلات الاستطالة لأحواض المنطقة، نلاحظ أن الأحواض تميل بوجــه عام إلى اتخاذ الشكل المستطيل، حيث بلغ متوسط معدل الاستطالة للأحواض 0.38، وهو رقم يدل على أن أحواض المنطقة مستطيلة ولا يمكن وصفها بأنها شبه مســتديرة أو قريبــة مــن الاستدارة، حيث يعتبر هذا المظهر أحد خصائص أحواض الحافات والتي تختــرق تكوينــات جيولوجية تختلف في خصائصها اللثيولوجية وتأثرها بالحركــات البنيويــة، وهــذا يؤكــد أن قطاعاتها الطولية تبدو خطية وشديدة الاستقامة، حيث ينعكس الشكل الطولي على ارتفاع عــدد المجاري ونسبة التشعب، إضافة إلى المرحلة التحاتية التي تمر بها الأودية، كمــا أن الشــكل الطولي للأودية يزيد من فرصة تغذية المخزون الجوفي، ويقلل من خطر الفيضــانات، حيــث يستغرق الجريان فترة زمنية أطول في هذه الأحواض حتي تصل المياه إلى المصب (محمــود محمد عاشور،1990، ص 54)، علاوة على وفرة الرواسب المفككة في أجزائهــا الوســطي والدنيا، وتأثرها بالشقوق والفواصل عند مناطق منابعها،



المصدر: إعداد الباحث، من المرئية الفضائية DEM باستخدام برنامج ARC GIS9.2.

2 ــ2 ــ معدل الاستدارة: Circulation Ratio

تشير الاستدارة إلى نسبة تقارب أو تباعد شكل الحوض عن الشـــكل الـــدائري، وتـــدل القيمة المرتفعة لهذه النسبة والتي تقترب من الواحد الصحيح إلـــى وجـــود أحـــواض مائيـــة مستديرة أو شبة مستديرة، وتشير إلى تقدم المرحلة التحاتية التي يمر بها الـــوادي، حيـــث إن الأودية عادة ما تقوم بحفر مجاريه ثم بعد ذلك تقوم بتوسيعها، وتدل القيمة المنخفضة إلى عدم انتظام شكل الحوض وزيادة تعرج خط تقسيم المياه (حسن رمضان سلامة، 2007، ص197) ويتم حساب معدل الاستدارة بالمعادلة **التالية:**

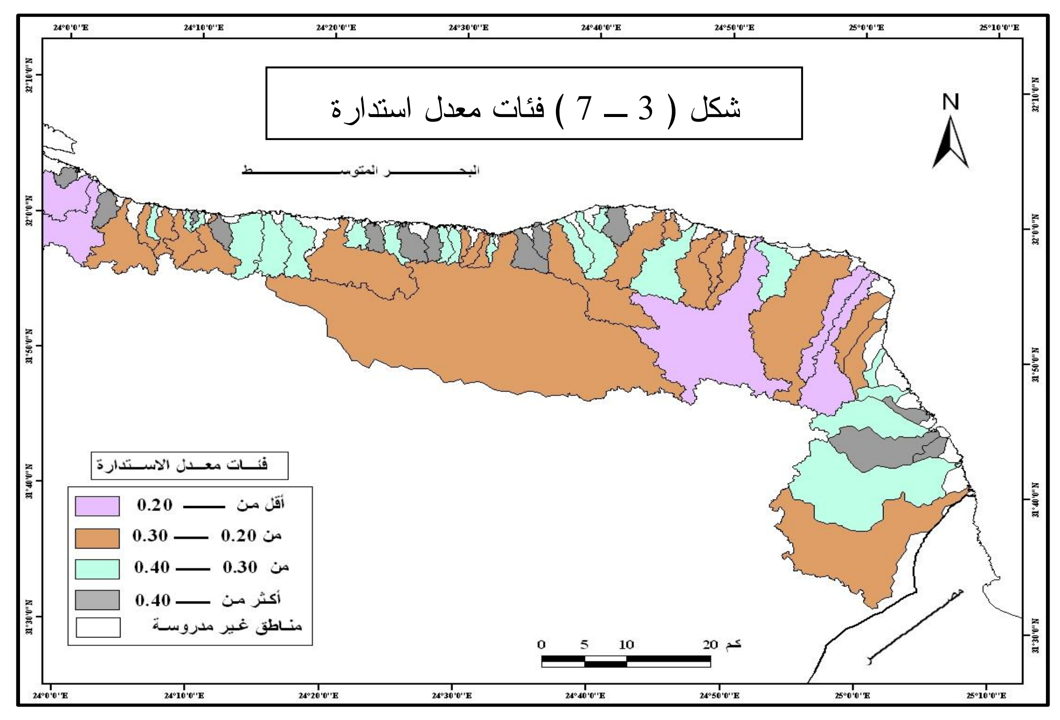


$$\textbf{معدل الاستدارة} = \frac{\textbf{مساحة الحوض كم}^2}{\textbf{مساحة الدائرة التي لها نفس محيط الحوض كم}}$$

(محمود عاشور، مجدي تراب،1991، ص 318، 319)

يبلغ متوسط معدل الاستدارة لأحواض المنطقة 0.31 وهذا يدل على أن أحواض المنطقة بعيدة عن الاستدارة، ولم يتجاوز هذا المتوسط سوي 27 حوضا، بنسبة 46.5% مـــن جملـــة أحواض المنطقة، كما أن التفاوت في معدلة الاستدارة بين أحواض المنطقة ليست كبيرة، فهي تتراوح مابين 0.15 و 0.52 ، وسجل أحواض أوادي (العين، النوس، بوخشيبة، الفكريات، العدسة نفس المتوسط العام، وبدراسة معدل الاستدارة على مستوي الأحواض بالمنطقة جدول (3 ــ 2) و (شكل 3 ــ 7)، أمكن تصنيف معدل الاستدارة إلى الفئات **التالية:**

- **أحواض معدل استدارتها اقل من 0.20 :** وهي أبعد الأحواض عن الشكل المستدير بالمنطقة وتضم أحواض أودية (المنستير الشرقي، المنستير الغربي، الشويمرة، بوخطيطة، رأس بياض)، بنسبة 8.6% من جملة عدد الأحواض، وتراوح معدل استدارتها مابين 0.15 و 0.19، ويرجع انخفاض معدل الاستدارة في هذه الأحواض إلى شدة استطالتها، وكثرة تعرجات خطوط تقسيم المياه، وتباين أطوال روافدها.
- **أحواض معدل استدارتها مابين 0.20 ــ 0.30 :** تضم هذه الفئة 20 حوضا بنسبة 34.4% من جملة عدد الأحواض، وتراوح معدل استدارتها مابين 0.20 و0.29، بمتوسط استدارة 0.24، وتركز أغلبها في فئات الأحواض شديدة الاستطالة، التي تتميز بعدم تناسق خطوط تقسيم المياه وزيادة أطوالها على حساب عرضها.
- **أحواض معدل استدارتها مابين 0.30 ــ 0.40 :** تضم هذه الفئة 20 حوضا نفس الفئة السابقة بنسبة 34.4% من جملة عدد الأحواض، وتراوح معدل استدارتها مابين 0.30 بحوض مرسي لك و0.38 بحوضي وادي الراهب الشرقي وبوشيدة بمتوسط 0.34 .
- **أحواض معدل استطالتها أكثر من 0.40 :** تشكل هذه الفئة نسبة 22.4% من جملة عدد الأحواض موزعة على عدد 13 حوضا، وتراوح معدل استدارتها مابين 0.42 بحوض وادي رزق بمنطقة البردية و0.52 بحوض وادي الذوق بمنطقة كمبوت، بمتوسط يبلغ 0.47، ويرجع ارتفاع قيمة معدل الاستدارة في هذه الأحواض إلى صغر مساحتها وتأثرها ببعض الصدوع عليها مما أدي إلى زيادة عرضها مقارنة بأطوالها.



المصدر: إعداد الباحث، من المرئية الفضائية DEM باستخدام برنامج ARC GIS9.2.

جــدول (3 ــ 2) الخصائص المورفومترية لأشكال الأحــواض

ت	الحوض	معدل الاستطالة	معدل الاستدارة	معامل الشكل	الطول / العرض	ت	الحوض	معدل الاستطالة	معدل الاستدارة	معامل الشكل	الطول / العرض
1	المعترض	0.42	0.23	1.6	1.2	30	النوس	0.31	0.31	0.16	3.1
2	جليانة	0.42	0.37	1.6	1.4	31	الحماره	0.33	0.27	0.23	3.0
3	المريغة	0.40	0.51	0.33	2.2	32	القبر	0.33	0.29	0.25	3.3
4	شماس	0.40	0.43	0.86	2.1	33	الثماد	0.31	0.27	0.19	4.2
5	الجرفان	0.37	0.35	0.77	2.9	34	اشكربة	0.32	0.32	0.24	3.4
6	رزق	0.38	0.42	0.32	2.5	35	الراهب الغربي	0.34	0.37	0.27	3.0
7	الراهب الشرقي	0.35	0.38	0.33	2.7	36	بوالعفاريت	0.44	0.45	0.37	2.0
8	السماد	0.33	0.38	0.55	2.0	37	بودمه	0.44	0.44	0.48	1.8
9	الشقة	0.26	0.27	0.35	4.4	38	بوخشيبة	0.34	0.31	0.31	3.1
10	الملاحة	0.29	0.28	0.44	3.7	39	الذوق	0.49	0.52	0.41	1.8
11	المنستير الشرقي	0.26	0.15	0.60	3.16	40	بوخويوه	0.54	0.38	0.46	1.2
12	المنستير الغربي	0.24	0.15	0.41	5.5	41	رؤوس الكباش	0.61	0.26	1.6	2.4
13	الكيب	0.36	0.24	1.2	2.5	42	الفكريات	0.38	0.31	0.58	2.3
14	بوحلقومة	0.41	0.34	0.62	1.6	43	الكويفه	0.39	0.32	0.62	2.5
15	الشويمرة	0.40	0.16	1.6	1.1	44	العقيلة	0.41	0.35	0.68	2.6
16	القبقابة	0.30	0.23	0.41	3.5	45	النقور	0.43	0.48	0.38	2.1
17	ربيع	0.31	0.26	0.34	3.1	46	الشقشقة	0.44	0.24	0.66	1.1
18	الحتوة	0.36	0.29	0.60	2.5	47	الخروي	0.36	0.35	0.16	2.6
19	العين	0.40	0.31	0.82	1.9	48	شقطيف	0.39	0.41	0.14	2.0
20	مرسي لك	0.39	0.30	0.27	1.7	49	بولالاة	0.34	0.31	0.15	2.6
21	الخبيري	0.38	0.26	0.70	2.7	50	الطينية	0.39	0.26	0.52	1.5
22	النقربة	0.53	0.50	0.60	1.5	51	بوجليلي	0.36	0.24	0.37	2.3
23	بوشيده	0.41	0.38	0.26	1.8	52	العدسة	0.31	0.31	0.21	3.1
24	جنزور	0.32	0.32	0.47	3.1	53	الجرفه	0.31	0.27	0.26	2.6
25	عايد	0.33	0.32	0.36	3.1	54	الزيتون	0.43	0.22	0.85	1.3
26	الطرفاوي	0.28	0.20	0.68	3.1	55	الغواصة	0.43	0.46	0.44	1.9
27	العميد	0.43	0.45	0.37	2.3	56	بوخطيطة	0.43	0.19	0.95	1.3
28	الحريقة	0.42	0.43	0.50	1.8	57	رأس بياض	0.30	0.15	1.2	1.7
29	السهل الشرقي	0.85	0.22	6.1	0.41	58	أم الشاوش	0.51	0.48	0.38	1.5
المتوســط		——	——	——	——	———		0.38	0.31	0.63	2.3

المصدر: إعداد الباحث، قياسات من المرئية الفضائية DEM باستخدام برنامج ARC GIS9.2.

2 ـ3 ـ معامل شكل الحوض: Form Factor

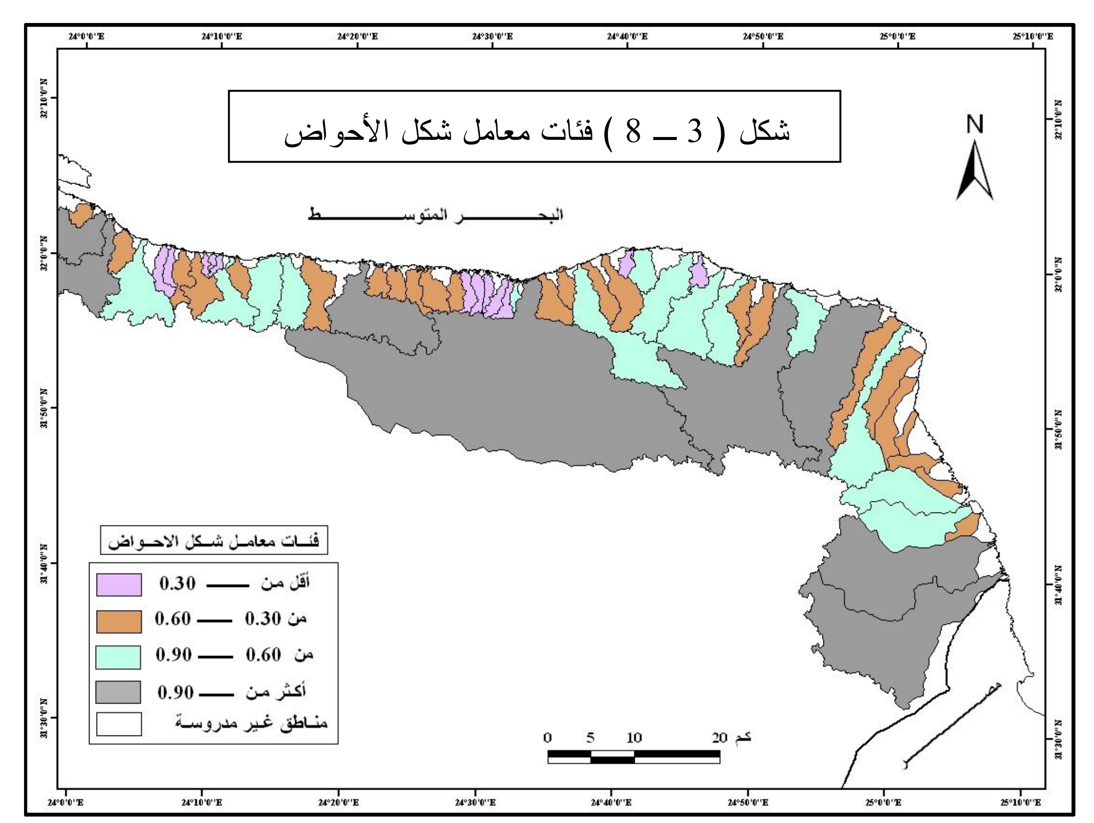
يعطي هذا المعامل مؤشر إلى مدى تناسق الشكل العام للحوض، ويبرز العلاقة بين كل من طول الحوض وعرضه، ويقارن شكل الحوض بأشكال المثلث والمربع، وتشير القيمة المنخفضة إلى انخفاض المساحة الحوضية بالنسبة لطول الحوض، مما يعني زيادة الطول النسبي لأحد بعدي الحوض على حساب الآخر، أي ميل الأحواض إلى شكل المثلث، وتشير القيم المرتفعة إلى ارتفاع مساحة الحوض على حساب الطول، وبالتالي ميل الحوض إلى الشكل المربع (محمود عاشور، مجدي تراب، 1991، ص 319)، ويتم حساب معامل شكل الحوض بالمعادلة **التالية:**

$$\text{معامل شكل الحوض} = \frac{\text{مساحة الحوض كم}^2}{\text{مربع طول الحوض كم}}$$

(مجدي تراب، 1997، ص 270)

وبدراسة معامل شكل الأحواض وتطبيق المعادلة على أحواض المنطقة جدول (3 ــ 2) و (شكل 3 ــ 8)، يتضح **مايلي** :

- تميل أحواض المنطقة بصفة عامة إلى الابتعاد عن التناسق وعدم الانتظام في أشكاله، حيث تراوح متوسط معامل الشكل بأحواض المنطقة 0.63، وهذا يتفق مع ما توصلنا إليه من نتائج عن معدلات الاستطالة، والتي تشير إلى اتخاذ الأحواض الشكل المستطيل، أي توجد علاقة طردية موجبة مابين معدل الاستطالة ومعامل الشكل والتي بلغت 0.68 .
- أما على مستوي الأحواض تراوحت قيمة معامل الشكل مابين 0.14 بحوض وادي شقطيف و1.6 بأحواض أودية (المعترض، جليانة، السهل الشرقي، رؤوس الكباش)، ويرجع ارتفاع معامل الشكل لهذه الأحواض إلى كبر مساحتها وتناسق أشكالها وإنها قطعت شوطا كبيرا من المرحلة التحاتية التي مكنتها من الوصول إلى التناسق مابين أطوالها وعرضها.
- سجل 42 حوضا أقل من المتوسط العام بنسبة 72.4% من جملة عدد الأحواض وتراوح معامل شكلها مابين 0.15 بحوض وادي بولالاة و 0.62 بحوضي وادي بوحلقومة والكويفية، ويرجع انخفاض معامل الشكل في هذه الأحواض إلى صغر مساحتها وتميزت بشدة استطالتها، أما الأحواض الباقية وعددها 16 حوضا سجلت أعلى معدلات في معامل الشكل بنسبة 27.5% من جملة عدد الأحواض، وتضم أحواض أودية (المعترض، جليانة، شماس، الجرفان، الكيب، الشويمرة، العين، الطرفاوي، الخبيري، السهل الشرقي، رؤوس الكباش، العقيلة، الشقشقة، الزيتون، بوخطيطة، ورأس بياض)، ويرجع ارتفاع معامل الشكل في هذه الأحواض إلى كبر مساحاتها وانتظام شكل محيطاتها، إلا أنها تضم العديد من التعرجات التي فرضتها عليها الظروف البنيوية والخصائص اللثيولوجية للصخور.



المصدر: إعداد الباحث، من المرئية الفضائية DEM باستخدام برنامج ARC GIS9.2.

2 ــ 4 ــ معدل الطول / العرض الحوضي : Length / Width Ratio

هي من المعاملات المورفومترية المبسطة لقياس مدى استطالة أشكال الأحــواض، وهــي تتشابه مع نتائج معدل استطالة الأحواض، حيث تدل القيم المرتفعة على زيادة نســبة الطــول الحوض على حساب عرضه، وبالتالي اقتراب الأحواض من الشكل المستطيل والعكس، ويــتم حساب معامل نسبة الطول / العرض الحوضي بالمعادلة **التالية:**

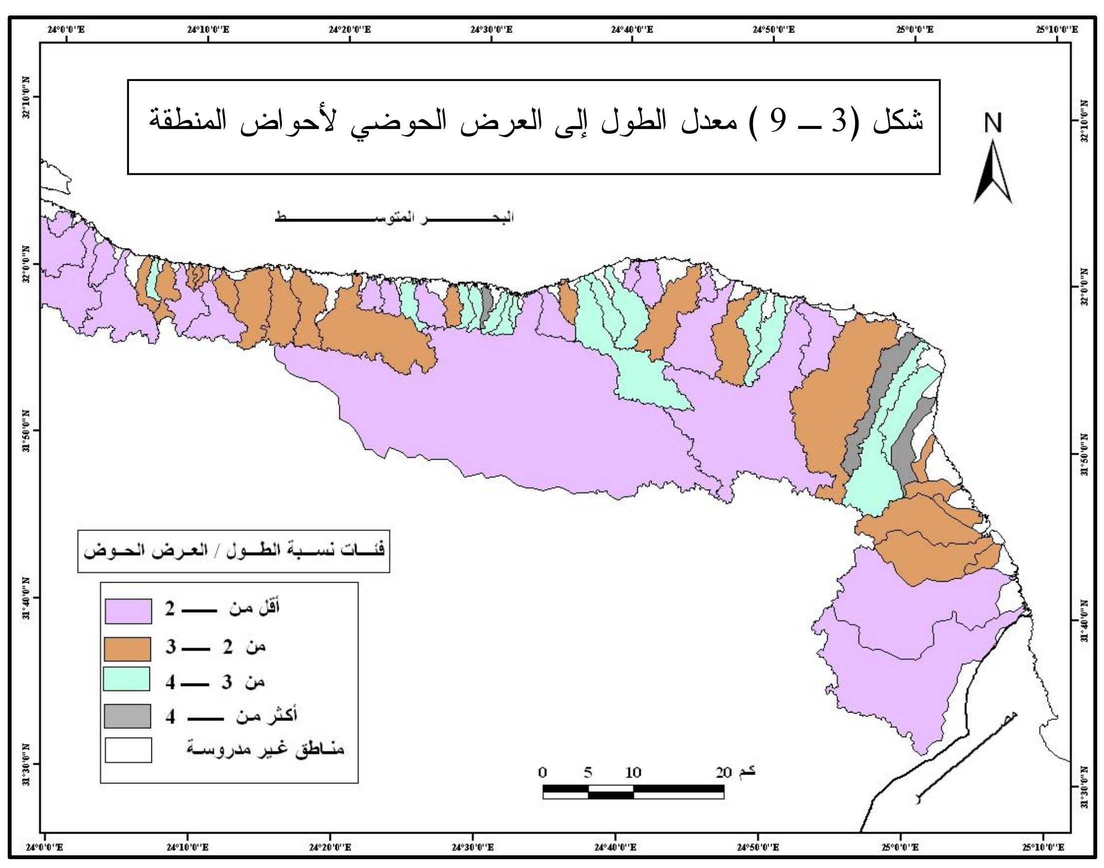
$$\text{نسبة الطول / العرض الحوضي} = \frac{\text{طول الحوض كم}}{\text{عرض الحوض كم}}$$

(محمود عاشور، مجدي تراب،1991، ص 322، 323)

وبدراسة نسبة الطول / العرض الحوضي لأحواض المنطقة جدول (3 ــ 2) و(شكل3 ــ 9)، يتضح **مايلي:**

- يبلغ متوسط نسبة الطول إلى العرض الحوضي لأحواض المنطقة 2.3، وهذا يدل علــى زيادة الطول الحوضي على حساب عرضه في أغلب الأحواض، وأنها مازلت في مرحلة من مراحل دورتها التحاتية قبل أن تدركها ظروف المناخ الجاف.

- تتراوح معدلات نسبة الطول / العرض الحوضي على مستوي الأحواض مـــابين 0.41 حوض وادي السهل الشرقي و5.5 حوض وادي المنستير الغربي.
- سجل 32 حوضا أعلى من المتوسط العام بنسبة 55.1% من جملـــة عـــدد الأحـــواض، وتراوحت نسبها مابين 2.3 بأحواض أودية (العميـــد، الفكريـــات، بـــوجليلي)، و5.5 بحوض وادي المنستير الغربي، ويرجع ارتفاع نسبة الطول / العرض الحوضي في هذه الأحواض إلى زيادة طولهما كما أوضحنا سابقا، وإلـــى شـــدة اســـتطالتهما، أمـــا بقيـــة الأحواض وعددها 26 حوضا جاءت أقل من المتوسط وتراوحت النســـبة مـــابين 0.41 بحوض وادي السهل الشرقي و 2.2 بحوض وادي المريغة.
- يعد حوض السهل الشرقي الوادي الوحيد بالمنطقة الذي سجل نسبة الطـــول / العـــرض الحوضي أقل من الواحد الصحيح بنسبة بلغت0.41 ، ويرجع هذا كما ذكرنا ســـابقا فـــي دراسة أبعاد الأحواض إلى زيادة العرض على حساب الطول كما يعد أكبر الأحواض من حيث المساحة، حيث أدي استواء جزء كبير من سطحه إلى اتساع وتراجع خطوط تقسيم المياه، إضافة إلى أنه قد وصل إلى مرحلة متقدمة من دورته التحاتية



المصدر: إعداد الباحث، من المرئية الفضائية DEM باستخدام برنامج ARC GIS9.2.

3 ـ الخصائص التضاريسية لأحواض التصريف:

تأتي أهمية دراسات الخصائص التضاريسية لأحواض التصريف في أنها تدل على نشاط عوامل التعرية وأثرها في تشكيل سطح الأرض داخل حدود الأحواض، وأثر الاختلافات البنيوية على الصخور، إلى جانب المرحلة العمرية التي قطعتها هذه الأحواض من التطور الجيومورفولوجي في دورتها التحاتية، وتعد نسبة التضرس والتكامل الهيبسومتري وقمة الوعورة ومعدل النسيج الحوضي من أهم المعاملات التي يمكن من خلالها دراسة ومعرفة الخصائص التضاريسية لأحواض المنطقة، وهي على النحو **التالي:**

3 ـ 1 ـ معدل التضرس: Relief Ratio

يعبر هذا المعدل عن النسبة بين فارق الارتفاع في الحوض وبين الطول الحوضي، وهو يشير بصورة مباشرة إلى درجة انحدار الحوض التي تتناسب طرديا مع فارق الارتفاع، ويشير انخفاض نسبة التضرس إلى كبر المساحة الحوضية (أحمد أحمد مصطفى، 1987، ص 172)، مما يدل على نشاط عملية النحت والتراجع نحو المنبع، وغالبا ما تكون الأحواض الصغيرة عالية التضرس ونشطة في عملية النحت وما تزال في المرحلة الأولى من دورته التحاتية (محمود عاشور، مجدي تراب،1991، ص 323) ويمكن حساب نسبة التضرس بالمعادلة **التالية:**

$$\text{نسبة التضرس} = \frac{\text{تضرس الحوض (الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض) متر}}{\text{الطول الحوضي كم}}$$

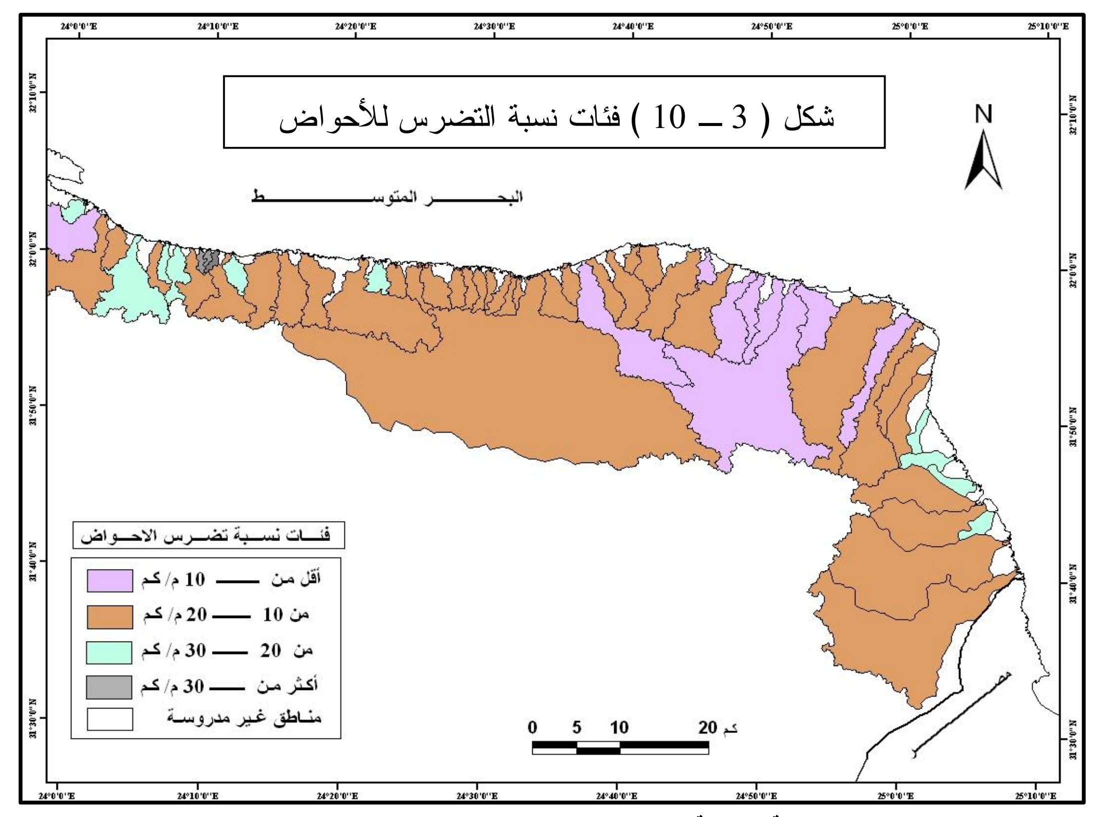
(Schum. 1956. P . 612)

وبدراسة نسبة التضرس وتطبيق المعادلة السابقة على أحواض المنطقة ومن الجدول (3 ــ 3) و (شكل3 ــ 10) يتضح **مايلي:**

- تميزت أغلب أحواض المنطقة بأنخفاض نسبة التضرس، وبلغ المتوسط العام لنسبة التضرس في أحواض المنطقة 16.3م/كم، وتتراوح النسبة مابين 7.1 م/كم في أحواض أودية الطرفاوي ورأس بياض و47.3 م/كم في حوض وادي شقطيف، ويرجع انخفاض نسبة التضرس إلى قلة الفارق الرأسي مابين مناطق المنابع والمصبات، حيث إن ارتفاع الهضبة لم يتجاوز 223 متراً فوق مستوي سطح البحر، إضافة إلى تشابه التكوينات الجيولوجية والظروف الطبوغرافية والبنيوية والتي عملت على خلق حافات طولية قليلة الارتفاع تسودها الانحدارات الهينة.
- ارتبطت معدلات التضرس المرتفعة بالأحواض صغيرة المساحة وقصيرة الطول والتي تتسم بشدة انحدارها مثل أحواض أودية (الخروي 35.9 م/كم ، شقطيف 47.3 م/كم،

بولالاة 33.5 م/كم)، وعلى الرغم من ارتفاع نسبة التضرس في هذه الأحـواض والتـي تشير إلى المرحلة التحاتية التي تمر به، إلا أن ارتفاعها يرجع إلى قصر أطوالهـا نتيجـة لوقوع منابعها على الحافات القريبة من خط الساحل، مما جعـل المسـافة بـين المنـابع والمصبات قصير جدا، والذي أدي بدوره إلى ارتفاع الفارق الرأسي مابين أعلـى نقطـة وادني نقطة في هذه الأحواض، وبالتالي ظهرت نسـبة تضرسـها مرتفعـة عـن بقيـة الأحواض.

- انخفاض نسبة التضرس بشكل كبير جدا عن المتوسط العام، وسـجل 37 حوضـا أقـل من المتوسط، بنسبة 63.7% من جملة أحـواض المنطقـة، بنسـبة تضـرس تتـراوح مابين 7.1 م/كم بحوضي وادي رأس بياض والطرفاوي، و 16.2 م/كـم بحـوض وادي اشكربة، ومن الملاحظ أنها تضم مجموعة كبيرة من الأحواض صغيرة المساحة التي تتسم بقصر أطوالها، ويمكن إرجاع انخفاض نسبة تضرس هذه الأحواض إلى الانحدار العـام للهضبة والارتفاع الذي لم يتجاوز 223 متراً فوق مستوي سـطح البحـر، وإلـي كثـرة المساحات شبة المستوية التي تغطيها الرواسب داخل أجزاء بعض الأودية، وابتعاد حافات الهضبة عن المنطقة الساحلية خاصا في الجزء الشمالي الشرقي.



المصدر: إعداد الباحث، من المرئية الفضائية DEM باستخدام برنامج ARC GIS9.2.

جـــدول (3 ــ 3) الخصـائص التضاريسية لأحواض المنطقة

ت	الحوض	نسبة التضرس	التكامل الهيبسومتري	قمة الوعورة	معدل النسيج	ت	الحوض	نسبة التضرس	التكامل الهيبسومتري	قمة الوعورة	معدل النسيج
1	المعترض	10.4	0.63	0.61	9.9	30	النوس	19.2	0.03	0.16	1.6
2	جليانة	11.4	0.56	0.55	12.1	31	الحماره	16.1	0.05	0.15	2.4
3	المريعة	27.2	0.04	0.02	3.2	32	القبر	15.9	0.06	0.17	1.9
4	شماس	16.7	0.20	0.47	7.6	33	الثماد	17.6	0.04	0.18	1.4
5	الحرفان	16.3	0.18	0.56	6.40	34	اشكربة	16.2	0.05	0.19	1.8
6	رزق	27.7	0.04	0.23	2.4	35	الراهب الغربي	16.3	0.06	0.20	2.4
7	الراهب الشرقي	28.3	0.04	0.38	3.5	36	بوالعفاريت	19.3	0.07	0.22	3.19
8	السماد	29.8	0.03	0.25	2.4	37	بودمه	14.5	0.13	0.17	3.6
9	الشقة	13.7	0.10	0.33	3.6	38	بوخشيبة	13.5	0.09	0.18	2.6
10	الملاحة	11.2	0.15	0.32	4.1	39	الذوق	19.3	0.08	0.13	2.6
11	المنستير الشرقي	10.4	0.23	0.49	5.0	40	بوخويوه	21.0	0.08	0.14	2.9
12	المنستير الغربي	8.5	0.19	0.34	3.6	41	رؤوس الكباش	12.5	0.51	0.33	7.4
13	الكيب	10.5	0.47	0.60	8.7	42	الفكريات	14.8	0.15	0.32	4.8
14	بوحلقومة	7.7	0.32	0.18	5.4	43	الكويفه	16.0	0.15	0.32	4.9
15	الشويمرة	8.8	0.75	0.59	9.25	44	العقيلة	14.4	0.18	0.30	5.3
16	القبقابة	9.1	0.17	0.18	3.2	45	النقور	25.6	0.06	0.22	2.5
17	ربيع	9.2	0.15	0.19	3.1	46	الشقشقة	16.8	0.15	0.30	4.4
18	الحتوة	8.9	0.27	0.24	3.5	47	الخروي	35.9	0.01	0.20	1.2
19	العين	10.9	0.31	0.29	5.1	48	شقطيف	47.3	0.01	0.25	1.4
20	مرسي لك	8.3	0.14	0.09	2.0	49	بولالاة	33.5	0.01	0.21	1.3
21	الخبيري	10.4	0.27	0.31	4.6	50	الطينية	18.0	0.11	0.53	3.4
22	النقربة	11.2	0.21	0.10	4.2	51	بوجليلي	20.8	0.07	0.45	2.5
23	بوشيده	12.3	0.08	0.10	2.3	52	العدسة	24.7	0.03	0.24	1.8
24	جنزور	10.5	0.17	0.23	3.8	53	الجرفه	19.2	0.05	0.25	2.0
25	عايد	12.9	0.11	0.22	3.2	54	الزيتون	12.3	0.27	0.33	5.5
26	الطرفاوي	7.1	0.38	0.31	5.5	55	الغواصة	22.8	0.07	0.24	2.7
27	العميد	16.0	0.09	0.16	3.3	56	بوخطيطة	13.8	0.27	0.43	4.6
28	الحريقة	14.6	0.13	0.25	3.7	57	رأس بياض	7.1	0.71	0.67	9.2
29	السهل الشرقي	10.7	2.2	0.72	19.4	58	أم الشاوش	26.6	0.05	0.17	2.6
المتوسـط			——	——	——		———	16.5	0.21	0.29	4.2

المصدر: إعداد الباحث، قياسات من المرئية الفضائية DEM باستخدام برنامج ARC GIS9.2.

3 ـ 2 ـ التكامل الهبسومتري: Hypsometric Integral

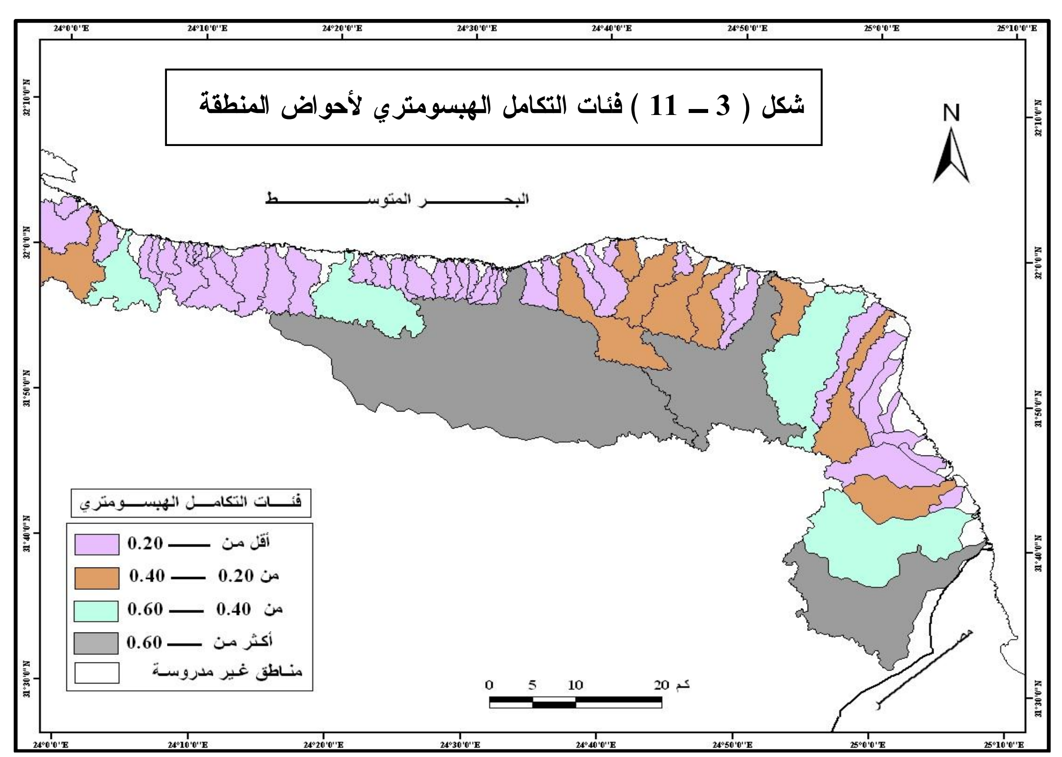
يعد التكامل الهبسومتري من المعاملات المورفومترية التي تقيس الفترة الزمنية المقطوعة من الدورة التحاتية لأحواض التصريف، فكلما كان الناتج كبير دل ذلك على تقدم المرحلة العمرية لأحواض التصريف، أي أن التكامل الهبسومتري يتناسب طرديا مع الفترة التي قطعتها الأحواض من دورتها التحاتية، والعكس (فتحي أحمد الهرام، محمد مجدي تراب، 1990، ص 49، 50) و يمكن حساب التكامل الهبسومتري بالمعادلة **التالية:**

$$\text{التكامل الهيبسومتري} = \frac{\text{المساحة الحوضية كم}^2}{\text{التضاريس الحوضية م}}$$

(محمد مجدي تراب، 1997، ص 273)

وبدراسة قيم التكامل الهبسومتري وتطبيق المعادلة السابقة على أحواض المنطقة جدول (3 ــ 3) و(شكل3 ــ 11) يتضح **مايلي:**

- تتراوح قيم التكامل الهبسومتري لأحواض المنطقة مابين 0.01 بأحواض أودية شقطيف والخروي بولالاة و 2.2 بحوض وادي السهل الشرقي، بمتوسط عام يبلغ 0.21، ولم يتجاوز هذا المتوسط سوي 15 حوضا بنسبة 25.8% من جملة أحواض المنطقة، وهي أحواض أودية (المعترض، جليانة، الكيب، الشويمرة، السهل الشرقي، رؤوس الكباش، رأس بياض)، أما بقية الأحواض فجاءت أقل من المتوسط وعددها 34 حوضا بنسبة 74.1% من جملة أحواض المنطقة، ويعود ارتفاع قيم التكامل الهبسومتري في هذه الأحواض إلى كبر مساحتها، وارتفاع الكثافة التصريفية وانخفاض تضاريسها، إضافة إلى أنها قطعت شوطاً في دورتها التحاتية، أما الأحواض التي جاءت قيم تكاملها منخفضة، هي نفسها الأحواض صغيرة المساحة ومازالت في مرحلة مبكرة من دورتها التحاتية.
- بقية الأحواض سجلت قيم تكامل هبسومتري أقل من 0.40، مما يدل على صغر مساحتها ومازالت في مرحلة مبكرة من دورتها التحاتية قبل أن تدركها ظروف المناخ الجاف.
- سجل حوض وادي السهل الشرقي أعلى قيمة تكامل هبسومتري بأحواض المنطقة، بلغت 2.2، مما يدل على أن الوادي سبق جميع الأحواض في مرحلة التحاتية، ويؤكد ذلك كبر مساحته الحوضية، واستواء جزء كبير من سطحه وزيادة عرضه على حساب طوله، وما توصلنا إليه من نتائج خاصة عن نسبة التضرس واتساع منابعه التي تجري وسط مناطق تمتاز بانحداراتها الخفيفة وتغطيها رواسب مفككة.



المصدر: إعداد الباحث، من المرئية الفضائية DEM باستخدام برنامج ARC GIS9.2.

3 ـ 3 ـ قمة الوعــورة : Ruggedness Value

يعبر هذا المعامل عن العلاقة بين تضرس الحوض، وطول مجاري الشبكة التصريفية، أي العلاقة بين التضرس الحوضي والكثافة التصريفية، ويعد من المعاملات التي تقـيس المرحلـة التطورية التي وصلت إليها أحواض التصريف (أحمد أحمـد مصـطفى، 1999، ص 173)، ويتم حساب قمة الوعورة بالمعادلة **التالية:**

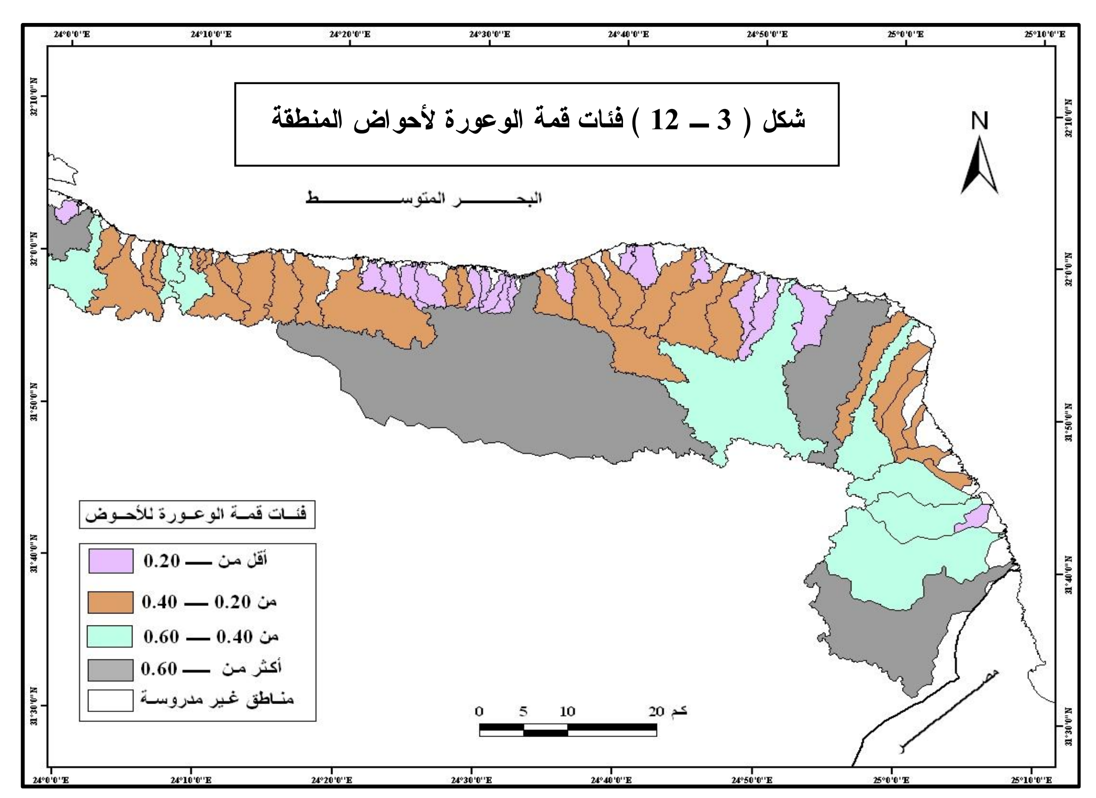
$$\text{قمة الوعورة} = \frac{\text{التضاريس الحوضية(م)} \times \text{الكثافة التصريفية كم/ كم}^2}{1000}$$

(Strahler .1958 .p.892)

وبدراسة قيم الوعورة وتطبيق المعادلة السابقة على أحواض المنطقة

ومن الجدول (3 ــ 3) و(شكل3 ــ 12) يتضح **مايلي:**

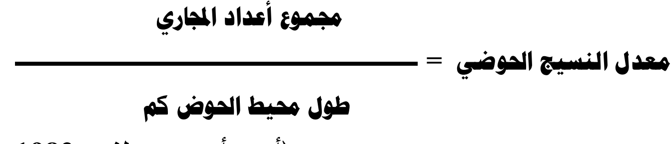
تتراوح قمة الوعورة في الأحواض مابين 0.02 بحوض وادي المريغة و0.72 بحـوض وادي السهل الشرقي، بمتوسط عام يبلغ 0.29، ولم يتجاوز هذا المعـدل سـواء 25 حوضـا بنسبة 43.1% من جملة أحواض المنطقة، يعود الفارق بين الأحواض في قمة الوعورة إلـى تباين الفارق التضاريسي بينهما، وبشكل عام نلاحظ أن جميع أحـواض الأوديـة ذات قـيم وعورة منخفضة وذات معدلات تضرس منخفضة، بحيث لم تتجاوز قيم الوعورة فـي جميـع الأحواض عن الواحد الصحيح.



المصدر: إعداد الباحث، من المرئية الفضائية DEM باستخدام برنامج ARC GIS9.2.

3 ـ 4 ـ معدل النسيج الحوضي: Texture Ratio

هو عبارة عن درجة تقطع الأحواض بمجاري الشبكة التصريفية (محمود عاشور، مجدي تراب، 1991، ص 330)، ويتأثر معدل النسيج الحوضي بمجموعة من العوامل مــن أهمهــا، المناخ وخاصة كمية الأمطار، والتكوينات الصخرية ونظامها، وكثافة الغطاء النباتي، ونوعيــة التربة ونفاذيتها، ودرجة تضرس سطح الأرض، والتطور الجيومورفولوجي الذي وصلت إليه الأحواض (أحمد أحمد مصطفى، 1982، ص225) ويتم حساب معــدل النســيج الحوضــي بالمعادلة **التالية:**



(أحمد أحمد مصطفى، 1982، ص225)

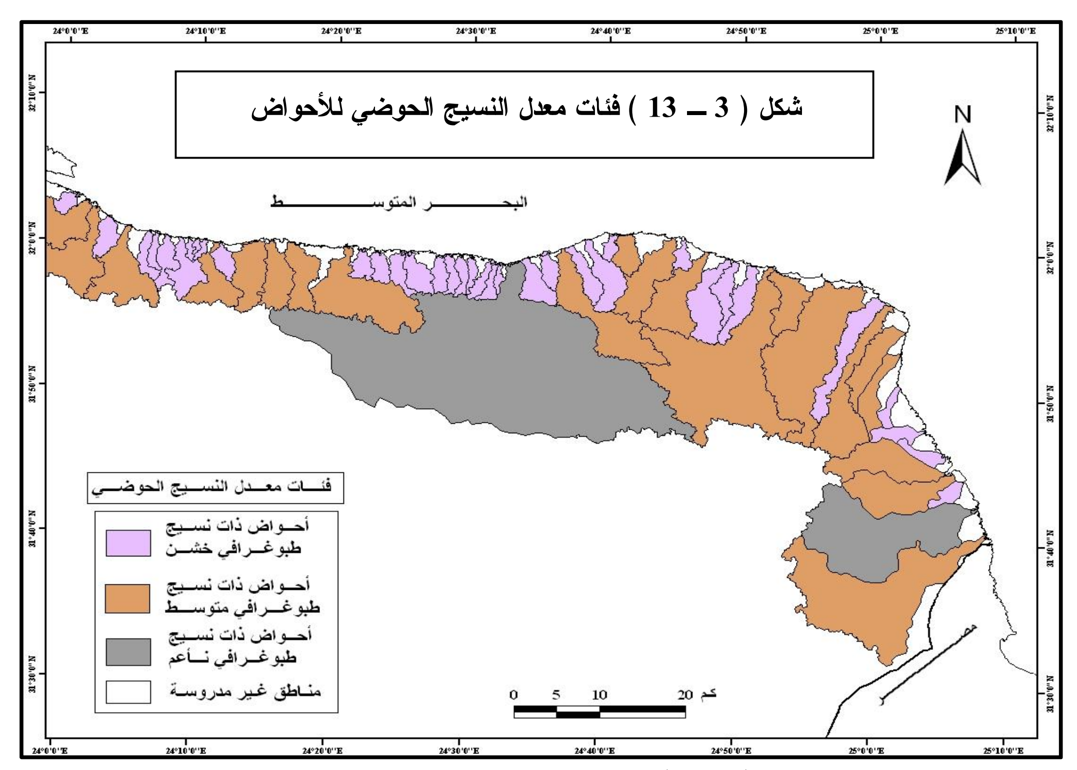
وتصنف الأحواض حسب نتائج المعادلة ومعدل نسيجها إلى الفئات التي حددها (Smith, 1950, pp, 665, 668) إلى **الآتي** :

- الأحواض ذات النسيج الخشن وهي التي يقل معدل نسيجها عن 4.
- الأحواض ذات النسيج المتوسط، وتتراوح معدلات نسيجها مابين 4 ـ 10.
- الأحواض ذات النسيج الناعم وهي التي يزيد نسيجها عن 10.

ومن دراسة الجدول (3 ــ 3) و (شكل 3 ــ 13) الذي يوضح معدل النسيج الحوضي بأحواض المنطقة، يتضح **مايلي:**

تتراوح معدلات النسيج الحوضي مابين 1.2 حوض وادي الخروي و 19.4بحوض وادي السهل الشرقي، بمتوسط عام يبلغ 4.2، أي أن أحواض المنطقة مـــن الأحـــواض متوســـطة النسيج، وتمثل فئة الأحواض خشنة النسيج نسبة 61.0% من جملة عدد الأحـــواض موزعـــة على عدد 36 حوضا أغلبها من الأحواض صغيرة المساحة، في حين تمثلت فئـــة الأحـــواض متوسطة النسيج نسبة 34.4% من جملة عدد الأحواض، وتضم 20 حوضا تتراوح معـــدلاتها ما بين 4.1 ــ 9.9 وادي، أما الأحواض ذات النسيج الناعم فتمثلت في حوضين بنسبة 3.4% وهي أحواض أودية جليانة 12 وادي، والسهل الشرقي 19.4 وادي.

تتفاوت معدلات النسيج الحوضي مابين أحواض المنطقة، وهذا يدل على اختلاف عـــدد المجاري في الأحواض وتباين معدلات النحت، نتيجة لاختلافات معـــدلات الانحـــدار داخـــل الأحواض، إضافة إلى اختلاف التراكيب اللثيولوجية للصخور، حيث نلاحـــظ أن الأحـــواض التي سجلت أقل نسبة تقطع تتسم بالخشونة هي أحواض صغيرة في المساحة وشديدة الانحدار، في حين أن الأحواض التي تتسم بنسبة تقطيع عالية هي أحـــواض تتميـــز باتســـاع المســـاحة الحوضية وقلة أعداد مجاريها وقصر أطوالها واتساع الأراضـــي مـــابين مجـــاري الأوديـــة وانخفاض درجة انحدارها.



شكل (3 ــ 13) فئات معدل النسيج الحوضي للأحواض

المصدر: إعداد الباحث، من المرئية الفضائية DEM باستخدام برنامج ARC GIS9.2

ثانيا : خصائص شبكات التصريف:

شبكات التصريف النهري هي الصورة التي تشكلها مجموعة المجاري المائية الموجودة في حوض ما أو عدة أحواض متجاورة (طه محمد جاد، 1984، ص51، 52)، وهي ناتج العلاقة بين طبيعة التركيب الصخري للمنطقة والظروف المناخية، إذ يتوقف هـذا التصـريف علـى التكوينات الصخرية للأحواض ومدى تجانسها ودرجة صلابتها وطبيعة انحدار سطح الأرض وأثر حركات الرفع والتصدع، إضافة إلى نوع المناخ السائد والغطاء النباتي ودرجة التطـور الجيومورفولوجي الذي وصلت إليه الأحواض (حسن سيد أبو العينين، 1986، ص 459).

وتقوم دراسة شبكات تصريف الأودية بمنطقة الدراسة على حساب مجموعة من المتغيرات المورفومترية من حيث (رتب وأعداد المجاري ـ نسبة التشعب ـ أطوال المجاري ـــ كثافـة التصريف ـ تكرار المجاري ـ بقاء المجاري)، وتوجد العديد من الطرق لتصـنيف شـبكات التصريف منها طريقة، Horton (1945) و Strahler (1964) و Scheldgger (1965) و Shreve (1966) وغيرهم، وقد تم تصنيف مجاري شبكات تصريف الأودية إلـى رتـب نهرية تبعا لتصنيف Strahler (1964)، نظرا لسهولتها وسعة انتشارها في جميـع الأبحـاث الجيومورفولوجية، وتتلخص هذه الطريقة في تصنيف مجاري شبكة تصـريف الأوديـة إلـى رتب نهرية، بحيث إن المجاري الصغيرة التي لا تصب فيها روافد أخرى تعد مجـاري مـن الرتب الأولى، كالمسيل الصغير الذي يمثل أصغر الروافد، وعندما يتحد رافدان مـن الرتبـة الأولى يكونان رافدا من الرتبة الثانية، وعندما يلتقي رافدان من الرتبة الثانية يكونان رافدا من الرتبة الثالثة..... وهكذا، فالزيادة في قيمة الرتبة لا تحدث إلا في حالة اتصال رافـدين لهمـا نفس الرتبة (سباركس، ترجمة، ليلي عثمان، 1983، ص 211، 214).

وقد قام الطالب بتحديد ورسم شبكات تصريف الأودية مـن نمـوذج الارتفـاع الرقمـي **DEM** من المرئية الفضائية، SRTM من خلال تحديد حدود الأحـواض، وبنـاء شـبكات التصريف وذلك باستخدام برنامج Arc Gis 9.2، كما أوضحنا سـابقا، كمـا تـم الاسـتعانة بالخرائط الطبوغرافيا مقياس 1:50.000 وذلك لمقارنتها والتأكيد على أسماء الأودية، إضـافة إلى المرئية الفضائية ETM .

1 ـ رتب وأعداد المجاري : Stream Orders & Numbers

تفيد دراسة رتب وأعداد المجاري في إعطاء صورة واضحة عن مورفومترية شـبكات التصريف بالمنطقة، ومن خلال دراسة الجدول (3 ــ 4) الذي يوضح رتب وأعداد مجـاري الأحواض بالمنطقة و (شكل 3 ــ 14) يتضح **مايلي:**

- أن شبكات التصريف المائية لأحواض الأودية بالمنطقة وصلت إلى الرتب السادسة تبعا لتصنيف Strahler (1964)، وتمثلت في 6 أودية وتضم أحواض أودية (المعترض، وجليانة، الكيب، الشويمرة، السهل الشرقي، ورأس بياض)، بنسبة 10.3% من جملة أحواض المنطقة، في حين وصل 12 حوضا إلى الرتبة الخامسة، وهي أحواض أودية (شماس، الراهب الشرقي، المنستير الشرقي، الحتوة، العين، الخبيري، الطرفاوي، العقيلة، ورؤوس الكباش، والشقشقة، الزيتون، بوخطيطة)، بنسبة 20.6% من جملة أحواض المنطقة، وصل 24 حوضا إلى الرتبة الرابعة بنسبة 28.2% من جملة أحواض المنطقة، في حين وصل 16 حوضا إلى الرتبة الثالثة بنسبة 27.5% من إجمالي أحواض المنطقة، وتمثلت أغلبها في الأحواض صغيرة المساحة.
- يبلغ مجموع أعداد المجاري المائية بأحواض المنطقة 13765 مجري، استحوذت أحواض أودية (المعترض، جليانة، الكيب، الشويمرة، السهل الشرقي، رأس بياض، رؤوس الكباش) منها على حوالي 8777 مجري بنسبة 63.7% من إجمالي أعداد المجاري، ويرجع ذلك إلى كبر مساحتها التي انعكست على زيادة نشاط عمليات النحت والتقطيع وبالتالي أدت إلى زيادة أعداد مجاريها.
- يبلغ مجموع مجاري الرتبة الأولى حوالي 10195 مجرى، أي ما يعادل 74% من مجموع المجاري استحوذت أحواض أودية (المعترض، جليانة، الشويمرة، السهل الشرقي، رأس بياض) منها على حوالي 5519 مجري بنسبة 54.1% من إجمالي مجاري الرتبة الأولى، واستحوذا حوض وادي السهل الشرقي منها على حوالي 2557 مجرى بنسبة 25.0% من إجمالي الرتبة الأولى.
- يبلغ مجموع مجاري الرتبة الثانية حوالي 2765 مجرى بنسبة 20% من إجمالي أعداد المجاري بأحواض المنطقة، استحوذ منها حوض وادي السهل الشرقي على عدد 616 مجري، يليه حوض وادي المعترض 342 مجري، و جليانة 277 مجري، ثم رأس بياض 226 مجري.
- يبلغ مجموع أعداد مجاري الرتبة الأولي والثانية معا حوالي 12960 مجري بنسبة 94.1% من إجمالي أعداد المجاري بالمنطقة، وهذا ما تؤكد عليه أغلب الدراسات المورفومترية فى أن هنالك علاقة مابين الرتبة النهرية وأعدادها، فمهما اختلفت مساحة الأحواض فإن نسبة ما تساهم به الرتبة الأولي والثانية يزيد عن 90% من إجمالي عدد المجاري المائية في الحوض.
- يبلغ مجموع عدد المجاري الرتبة الثالثة 634 مجرى بنسبة 4.6% من إجمالي أعداد المجاري، وتضم الرتبة الرابعة عدد 136 مجرى بنسبة 0.98%، منها 29 مجري

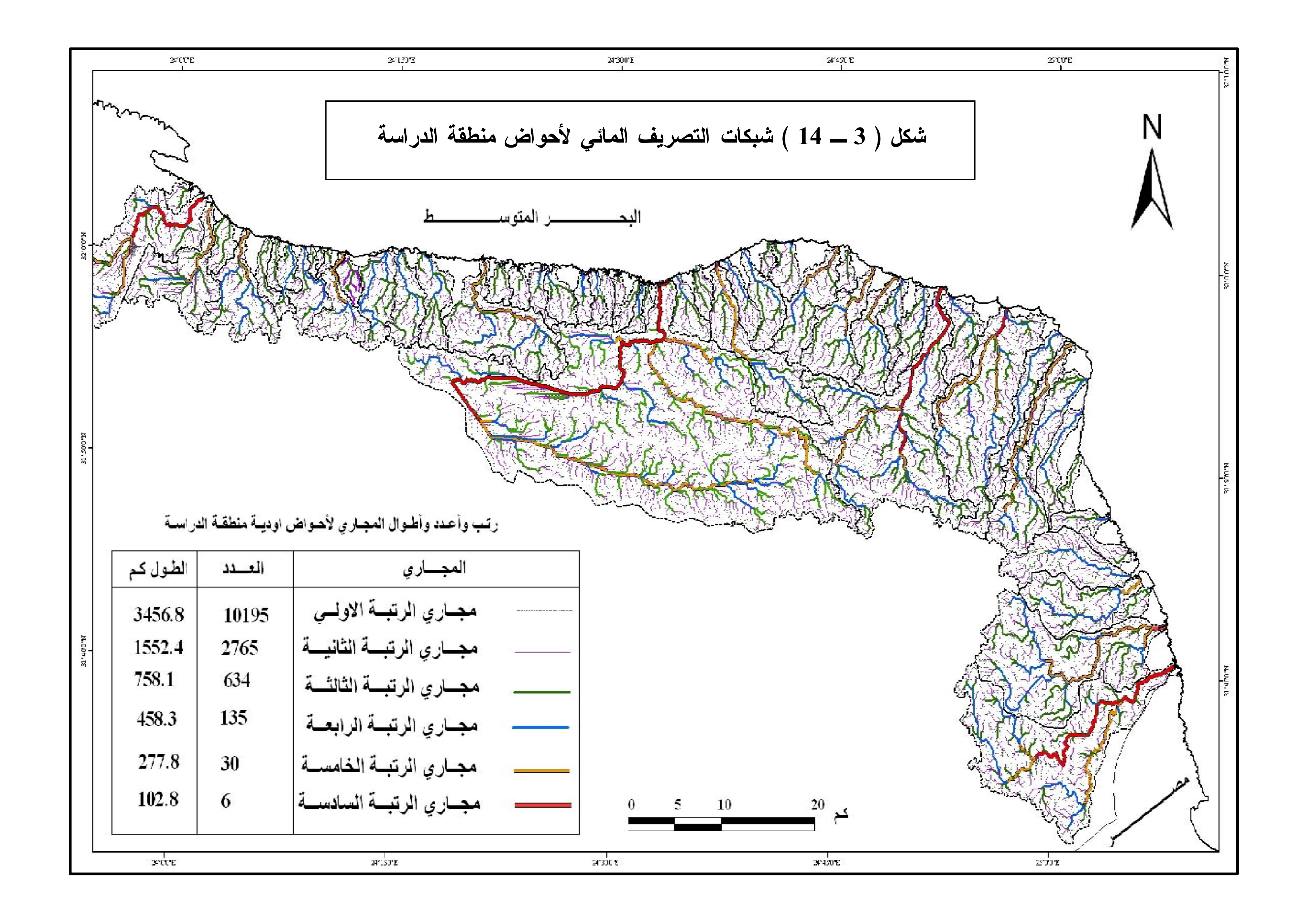
جدول (3 ــ 4) أعداد المجاري المائية للأحــواض

ت	الحوض	الرتبـــــة						المجموع	ت	الحوض	الرتبـــــة						المجموع
		1	2	3	4	5	6				1	2	3	4	5	6	
1	المعترض	705	342	100	14	3	1	1165	30	النوس	13	3	1	—	—	—	17
2	جليانة	610	277	52	7	2	1	949	31	الحماره	28	7	2	1	—	—	38
3	المريعة	35	5	2	1	—	—	43	32	القبر	27	3	1	—	—	—	31
4	شماس	213	53	10	2	1	—	279	33	الثماد	15	4	1	—	—	—	20
5	الجرفان	198	44	10	1	—	—	253	34	اشكربة	23	4	1	—	—	—	28
6	رزق	32	4	1	—	—	—	37	35	الراهب الغربي	27	7	3	1	—	—	38
7	الراهب الشرقي	49	10	2	2	1	—	64	36	بوالعفاريت	32	9	3	1	—	—	45
8	السماد	27	5	1	—	—	—	33	37	بودمه	52	12	3	1	—	—	68
9	الشقة	83	17	3	1	—	—	104	38	بوخشيبة	35	9	4	1	—	—	49
10	الملاحة	100	25	5	1	—	—	131	39	الذوق	29	5	1	—	—	—	35
11	المنستير الشرقي	244	60	15	3	1	—	323	40	بوخويوه	37	5	2	1	—	—	45
12	المنستير الغربي	143	29	4	1	—	—	177	41	رؤوس الكباش	307	98	19	5	1	—	430
13	الكيب	519	127	21	7	2	1	677	42	الفكريات	108	31	6	1	—	—	146
14	بوحلقومة	103	24	5	1	—	—	133	43	الكويفه	105	26	5	1	—	—	137
15	الشويمرة	811	198	53	12	3	1	1078	44	العقيلة	122	35	7	2	1	—	167
16	القبقابة	77	18	4	1	—	—	100	45	النقور	30	6	1	—	—	—	37
17	ربيع	56	15	4	1	—	—	76	46	الشقشقة	117	27	6	2	1	—	153
18	الحتوة	127	26	6	2	1	—	162	47	الخروي	8	2	1	—	—	—	11
19	العين	165	31	7	3	1	—	207	48	شقطيف	6	2	1	—	—	—	9
20	مرسي لك	24	6	1	—	—	—	31	49	بولالاة	9	2	1	—	—	—	12
21	الخبيري	154	30	4	2	1	—	191	50	الطينية	67	18	3	1	—	—	89
22	النقربة	60	12	3	1	—	—	76	51	بوجليلي	47	9	4	1	—	—	61
23	بوشيده	22	5	1	—	—	—	28	52	العدسة	19	5	1	—	—	—	25
24	جنزور	87	18	4	1	—	—	110	53	الجرفه	29	8	1	—	—	—	38
25	عايد	57	11	2	1	—	—	71	54	الزيتون	191	55	12	3	1	—	262
26	الطرفاوي	258	55	13	3	1	—	330	55	الغواصة	36	9	1	—	—	—	46
27	العميد	37	9	2	1	—	—	49	56	بوخطيطة	203	48	9	3	1	—	264
28	الحريقة	60	13	3	1	—	—	77	57	رأس بياض	836	226	50	10	3	1	1126
29	السهل الشرقي	2557	616	144	29	5	1	3352	58	أم الشاوش	24	5	2	1	—	—	32
	المجموع	–	–	–	–	–		—			10195	2765	634	135	30	6	13765

المصدر: إعداد الطالب، قياسات من المرئية الفضائية DEM باستخدام برنامج ARC GIS9.2.

بحوض وادي السهل الشرقي 14 مجرى بحوض وادي المعترض و12 مجرى بحـوض وادي الشويمرة و10 مجاري بحوض وادي رأس بياض و 7 مجاري بحوضـي أوديـة جليانة والكيب و5 مجاري بحوض وادي رؤوس الكباش، وسجلت الرتبة الخامسة عـدد 30 مجري بنسبة 0.2% من إجمالي أعداد المجاري، منها 5 مجـاري بحـوض وادي السهل الشرقي، و3 مجاري بأحواض أودية المعتـرض والشـويمرة ورأس بيـاض و2 بحوض وادي جليانة والكيب، الباقي هي مجاري رئيسـية لأوديتهـا، وسـجلت الرتبـة السادسة عدد 6 مجري 0.1 % من إجمالي أعداد المجاري.

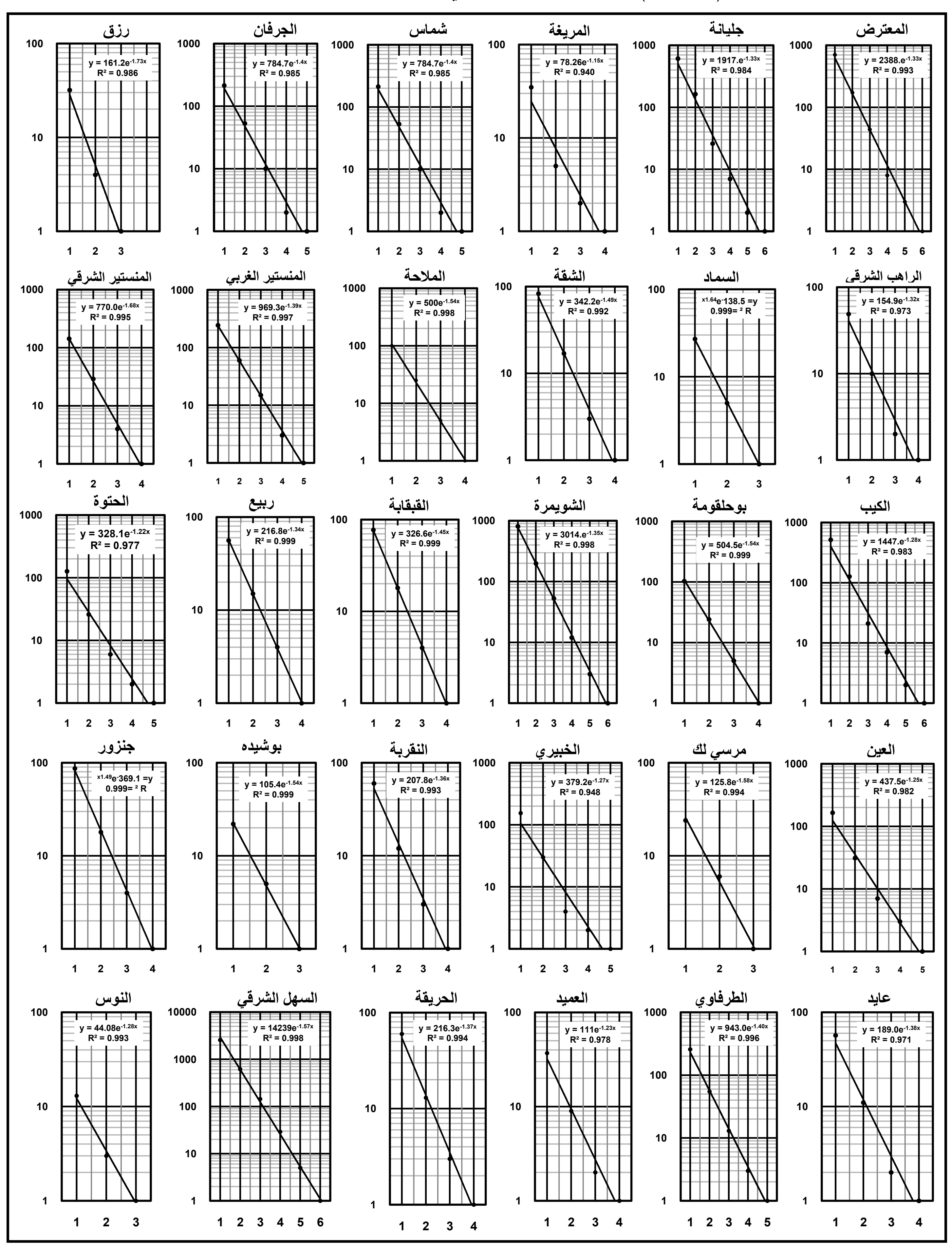
- تتفاوت أعداد المجاري من حوض إلى آخر داخل منطقة الدراسة، نتيجة للتباين في نـوع الصخور وخصائصها الليثولوجية والظروف البنيوية وحجم وكميـة الجريـان ودرجـة الانحدار العام للمنطقة، فقد ساعد كبر مساحة أحواض أودية المعترض وجليانة والكيب والشويمرة والسهل الشرقي ورأس بياض على زيادة نصيبها من إجمالي أعداد الرتبـة، خاصة الرتب الأولى والثانية، في حين سجلت أحواض أودية (رزق، السـماد، بوشـيده، جنزور، النوس، القبر، الثماد، اشكربة، الذوق، النقور، شقطيف بولالاة العدسة، الجرفة، الغواصة)، أقل الأحواض في أعداد المجاري، وذلك بسبب صغر مساحة هذه الأحواض، وهذا ما يؤكد ما سبق أن توصلنا إليه من نتائج عند دراسة مساحة الأحواض وأبعادهـا ومعدلات تضرسها والمرحلة التحاتية التي تمر بها الأحواض، فأغلب هذه الأوديـة تقـع على الحافات الساحلية مما جعلتها قصيرة وسريعة الجريان، وبالتالي لم تطور مجاريهـا إلى رتب أعلى رغم وجود فارق في الارتفاع.
- على الرغم من الاختلافات الواضحة بين الأحواض في أعداد المجـاري، إلا أن هنـاك علاقة ارتباط قوية بلغت 0.99 مابين مساحة أحواض التصريف وأعدادها فـي جميـع الأحواض، وعند تمثيل العلاقة بين رتب المجاري وأعدادها (شكل 3 ــ 15)، نلاحـظ أنها تحقق في جميع الأحواض أن تصنع متوالية هندسية معكوسة مع رتبها، حيث تتركز معظم النقاط الدالة على أعداد المجاري على طول وحول خط الانحدار، مما يـدل علـى قوة العلاقة بين الرتبة وعددها، وهذا يتفق مـع قـوانين هورتـون (Horton, 1945, p286)، والتي تقول إن أعداد المجاري يتناقص بمعدل كبير مع زيادة الرتبة.
- كما اتضح من دراسة خريطة شبكة التصريف، أن هناك مساحات كبيـرة مـن منطقـة الدراسة لا تحتوي على مجاري نهرية نتيجة لقلة انحدارها وشبه استوائها، وتتمثـل فـي سطح الهضبة، وإن وجدت مجاري أغلبها بسيطة سيليه قصيرة لا تتعدى الرتبـة الثانيـة نتيجة لقلة الفارق الرأسي الذي لا يشجع على تطوير الرتبة.



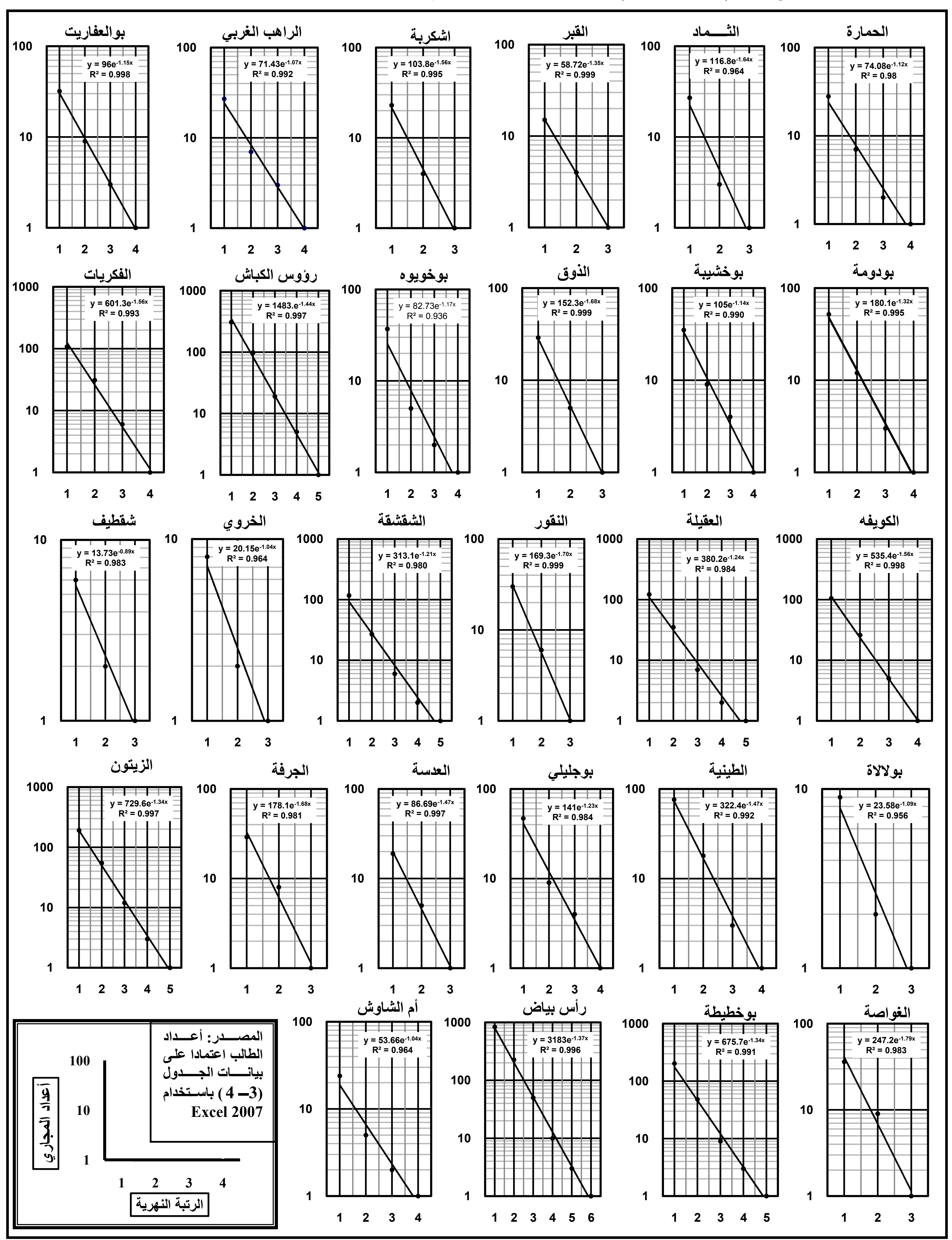
الطول كم	العـــدد	المجـــاري
3456.8	10195	مجـاري الرتبـة الاولـي
1552.4	2765	مجـاري الرتبـة الثانيـة
758.1	634	مجـاري الرتبـة الثالثـة
458.3	135	مجـاري الرتبـة الرابعـة
277.8	30	مجـاري الرتبـة الخامسـة
102.8	6	مجـاري الرتبـة السادسـة

شكل (3 ــ 14) شبكات التصريف المائي لأحواض منطقة الدراسة

شكل (3 ـ 15) العلاقة بين أعداد المجاري ورتبها بأحواض أودية منطقة الدراسة



تابع شكل (3 ـ 3 ـ 15) العلاقة بين أعداد المجاري ورتبها بأحواض أودية منطقة الدراسة



2 ـ نسبة التشعب: Bifurcation Ratio

هي عبارة عن النسبة بين عدد المجاري التابعة لرتبة معينة إلى عدد المجاري في الرتبة التي تليها، وتعد من المعاملات المورفومترية المهمة، لأنها من العوامل التي تتحكم في حجم التصريف وزمن تركيز وصول المياه إلى المجاري الرئيسية، فكلما قلت نسبة التشعب زاد خطر الفيضان، كما تعتبر امتدادا للعلاقات بين أعداد المجاري ورتبها (محمود محمد عاشور، 1986، ص 462 ، 465)، وعادة ما تختلف نسبة التشعب مابين الأحواض ورتب الأودية، نتيجة لاختلاف العوامل الطبيعية المؤثرة في شبكات التصريف، وقد أشار Strahler (1952) أن نسبة التشعب تكون ثابتة من رتبة إلى الرتبة التي تليها، وتتراوح معدلاتها غالبا مابين 3 ـ 5 ، كما أنه لا توجد اختلافات كبيرة في قيم نسبة التشعب من منطقة إلى أخري (سباركس، ت، ترجمة، ليلي عثمان، 1983، ص 215)، و يتم حساب نسبة التشعب بالمعادلة **التالية:**

$$\text{نسبة التشعب} = \frac{\text{عدد المجاري التابع لرتب معينة}}{\text{عدد المجاري للرتبة التالية لها}}$$

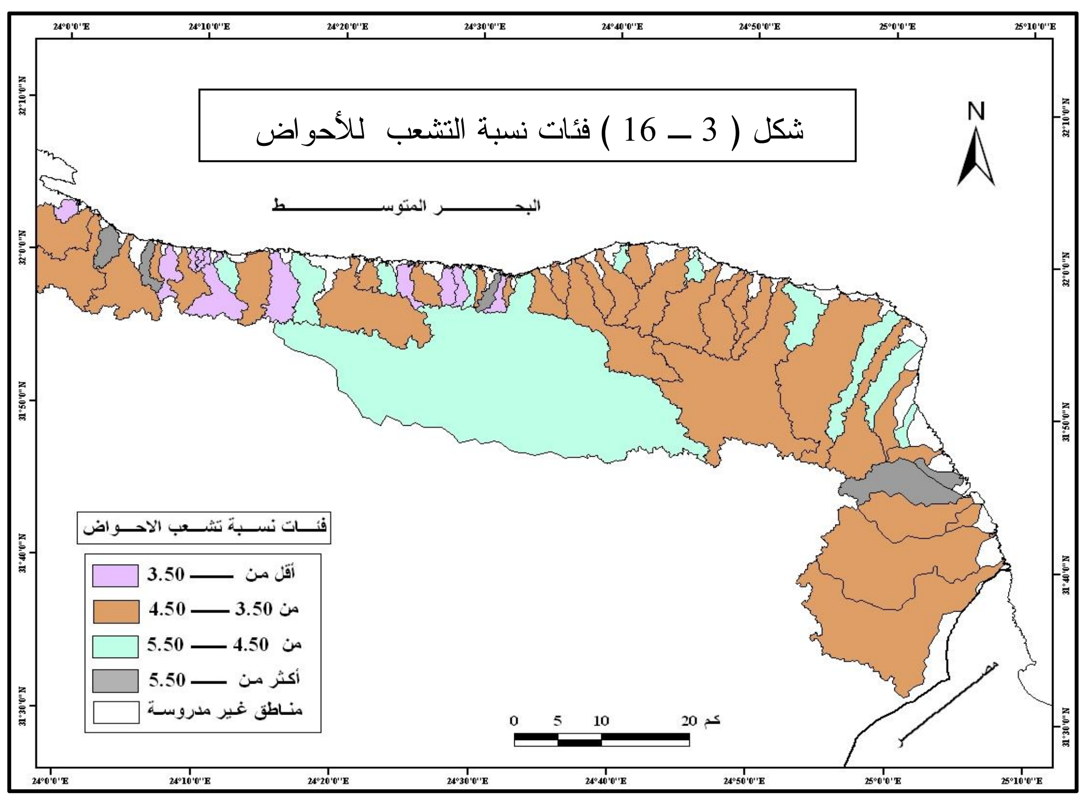
(محمود محمد عاشور، 1986، ص 462، 465)

ومن دراسة نسبة التشعب جدول (3 ـ 5) و(شكل3 ـ 16)، يتضح **مايلي:**

- يبلغ متوسط نسبة التشعب بأحواض أودية المنطقة 4.1، وهذا يتفق مع ما أشارت Strahler (1952) أن نسبة التشعب تتراوح معدلاتها غالبا مابين 3 ـ 5 ، مما يدل على تجانس وتقارب البيانات والعوامل المؤثر فيها.
- سجل 28 حوضا أقل من المتوسط العام بنسبة 48.2% من جملة أعداد الأحواض وتراوح متوسطها مابين 2.5 بحوض وادي شقطيف و3.9 بحوض وادي الحريقة، وتعد هذه الأودية الأكثر في حدوث السيول، على الرغم من صغر مساحة البعض منها واحتوائها على مساحات شبة مستوية، في حين سجل 30 حوضا أعلي من المتوسط العام بنسبة 51.7% من جملة أعداد الأحواض.
- تتفاوت معدلات نسبة التشعب على مستوى الأحواض وتتراوح معدلاتها مابين 2.5 بحوض وادي شقطيف و6.5 بحوض وادي الغواصة، ويرجع التباين في نسبة التشعب إلى تفاوت مساحات الأحواض وأشكالها وأبعادها وحجم وكمية الجريان، إضافة إلى الظروف البنيوية والخصائص اللثيولوجية للصخور ودرجة الانحدار التي تختلف من حوض إلى آخر.
- ارتفاع معدلات نسبة التشعب بشكل ملحوظ في أحواض أودية (الجرفان 6.0، رزق 6.0، القبر6.0، الذوق 5.4، النقور 5.5، الجرفة 5.8، الغواصة 6.5)، ويرجع هذا إلى زيادة

أعداد المجاري في الرتبة الأولي والثانية بشكل واضح ؛ نتيجة لجريانها قرب الحافات حيث تميل الأودية إلى تكوين مجاري من الرتبة الأولي والثانية ويكون معظمهـا عبـارة عـن مسيلات مائية قصيرة في الطول وتصب مباشرة في المجري الرئيسي، كما فـي حـوض وادي الجرفان الذي تأثر بخطوط التصدع والذي يضم 242 مجري مـن الرتبـة الأولـي والثانية و10 مجاري من الرتبة الثالثة.

- تتباين معدلات نسبة التشعب على مستوى الرتبة داخل الأحواض، وتراوحت مـابين 4.5 للرتبة الأولي / الثانية، و4.4 للرتبة الثانية / الثالثة، و2.7 للرتبة الثالثة / الرابعة، ثم تأخـذ في التناقص إلى الرتبة السادسة وسجلت 0.3 ؛ ويرجع هذا التباين في قيم معدلات نسـبة التشعب بين الرتب، إلى زيادة أعداد المجاري في الرتبة الأولي والثانية والتي تتسم بقصـر أطوالها واستقامتها واتصالها ببعض أو برتبة أعلي منها وجريانها بالقرب من خطوط تقسيم المياه وعلى المنحدرات شديدة الانحدار وإلى أشكال الأحواض، أما المجاري مـن الرتبـة الثالثة إلى الرتبة السادسة يرجع انخفاض نسبة تشعبها إلى انخفاض أعداد مجاريهـا التـي تجري فوق مناطق قليلة الانحدار وتتميز بالضحالة فعادة ما تميل إلـى التعـرج، وتغطـي مجاريها كميات كبيرة من الرواسب خاصة في الأجزاء الدنيا من المجاري التي تعمل على إضعاف سرعة الجريان المائي الذي ينعكس بدوره على نسبة التشعب.



المصدر: إعداد الطالب، من المرئية الفضائية DEM باستخدام برنامج ARC GIS9.2

جــدول (3 ــ 5) نسبة التشعب للأحواض

ت	الحوض	الرتـــــــــبة					المتوسط	ت	الحوض	الرتـــــــــبة					المتوسط
		2 – 1	3 – 2	4 – 3	5 – 4	6 – 5				2 – 1	3 – 2	4 – 3	5 – 4	6 – 5	
1	المعترض	4.0	3.9	5.5	2.6	3.0	3.8	30	النوس	4.3	3.0	—	—	—	3.6
2	جليانة	3.7	6.2	3.7	3.5	2.0	3.8	31	الحماره	4.0	3.5	2.0	—	—	3.1
3	المريغة	7.0	2.5	2.0	—	—	3.8	32	القبر	9.0	3.9	—	—	—	6.0
4	شماس	4.0	5.3	5.0	2.0	—	4.0	33	الثماد	3.7	4.0	—	—	—	3.8
5	الجرفان	4.0	4.4	10.0	—	—	6.3	34	اشكربة	5.7	4.0	—	—	—	4.8
6	رزق	8.0	4.0	—	—	—	6.0	35	الراهب الغربي	3.0	2.0	3.0	—	—	3.0
7	الراهب الشرقي	4.9	5.0	2.0	—	—	3.9	36	بوالعفاريت	3.5	3.0	3.0	—	—	3.1
8	السماد	5.4	5.0	—	—	—	5.2	37	بودمه	4.3	4.0	3.0	—	—	3.7
9	الشقة	4.8	5.6	3.0	—	—	4.4	38	بوخشيبة	3.8	2.2	4.0	—	—	3.3
10	الملاحه	4.0	5.0	5.0	—	—	4.6	39	الذوق	5.8	5.0		—	—	5.4
11	المنستير الشرقي	4.0	4.0	5.0	3.0	—	4.1	40	بوخويوه	7.4	2.5	2.0	—	—	3.9
12	المنستير الغربي	4.9	7.2	4.0	—	—	5.3	41	رؤوس الكباش	3.1	5.7	3.8	5.0	—	4.4
13	الكيب	4.0	6.0	3.0	3.5	2.0	3.7	42	الفكريات	3.4	5.1	6.0	—	—	4.8
14	بوحلقومة	4.2	4.8	5.0	—	—	4.6	43	الكويفه	4.0	5.2	5.0	—	—	4.0
15	الشويمرة	4.0	3.7	4.4	4.0	3.0	3,8	44	العقيلة	3.4	5.0	3.5	2.0	—	3.4
16	القبقابة	4.2	4.5	4.0	—	—	4.2	45	النقور	5.6	6.0	—	—	—	5.5
17	ربيع	4.3	3.7	4.0	—	—	4.0	46	الشقشقة	4.3	4.5	3.0	2.0	—	3.4
18	الحتوة	4.8	4.3	3.0	2.0	—	3.5	47	الخروي	4.0	2.0	—	—	—	3.0
19	العين	5.3	4.4	2.3	3.0	—	3.7	48	شقطيف	3.0	2.0	—	—	—	2.5
20	مرسي لك	4.0	6.0	—	—	—	5.0	49	بولالاة	4.5	2.0	—	—	—	3.2
21	الخبيري	5.1	7.5	2.0	2.0	—	4.1	50	الطينية	4.2	6.3	3.0	—	—	4.4
22	النقربة	5.0	4.0	3.0	—	—	4.0	51	بوجليلي	5.2	2.3	4.0	—	—	3.0
23	بوشيده	4.4	5.0	—	—	—	4.7	52	العدسة	3.8	5.0	—	—	—	4.4
24	جنزور	4.8	4.4	4.8	—	—	4.4	53	الجرفه	3.6	8.0	—	—	—	5.8
25	عايد	5.1	5.5	2.0	—	—	4.2	54	الزيتون	3.4	4.5	4.0	3.0	—	3.7
26	الطرفاوي	4.6	4.2	4.3	3.0	—	4.0	55	الغواصة	4.0	9.0	—	—	—	6.5
27	العميد	4.1	4.5	2.0	—	—	3.5	56	بوخطيطة	4.2	5.3	3.0	3.0	—	3.8
28	الحريقة	4.6	4.3	3.0	—	—	3.9	57	رأس بياض	3.6	4.5	5.0	3.3	3.0	3.8
29	السهل الشرقي	4.1	4.2	4.9	5.8	5.0	4.8	58	أم الشاوش	4.8	2.5	2.0	—	—	3.1
المتوسط		—	—	—	—	—		——		4.5	4.4	2.7	0.9	0.3	4.1

المصدر: إعداد الطالب، قياسات من المرئية الفضائية DEM باستخدام برنامج ARC GIS9.2.

3 ـ أطوال المجاري: Stream Lengths

تم قياس جميع أطوال مجاري شبكات التصريف لأودية المنطقة من نموذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام برنامج Arc Gis 9.2، ومن دراسة الجدول (3 ــ 6) يتضح **مايلي:**

- يبلغ مجموع أطوال المجاري بأحواض المنطقة 6606.2 كم وبمتوسط عام 113.9 كم لكل حوض، ولم يتجاوز هذا المعدل سوي 12 حوضا بنسبة 20.6% من جملة أحواض المنطقة، وهي أكبر أحواض المنطقة مساحة، وتضم أحواض أودية (المعترض455.7 كم، جليانة 345.3 كم، شماس 142.5كم، الجرفان 119.1 كم، المنستير الشرقي141.8 كم، الكيب 312.4 كم، الشويمرة 531.8 كم، والطرفاوي 186 كم، السهل الشرقي 1678.4كم، رؤوس الكباش 185 كم، بوخطيطة 152.1 كم، رأس بياض 576.5 كم)، وتساهم هذه الأحواض بنسبة 72.4% من جملة مجموع أطوال المجاري، بينما استأثرت بقية الأحواض وعددها 46 حوضا بنسبة 27.5% من إجمالي أطوال المجاري.
- يبلغ مجموع أطوال مجاري الرتبة الأولى 3456.8 كم، بنسبة 52% من إجمالي مجموع أطول المجاري، في حين يبلغ أطوال مجاري الرتبة الثانية 1552.4 كم بنسبة 23.3% من إجمالي أطوال المجاري ويبلغ أطوال مجاري الرتبة الثالثة 788.1 كم بنسبة 11.9% من إجمالي أطول المجاري، وسجلت أطوال مجاري الرتبة الرابعة 458.3 كم بنسبة 7%، في حين سجلت أطوال مجاري الرتبة الخامسة 277.8 كم والسادسة 102.8كم من إجمالي أطوال المجاري، ويدل ذلك على انخفاض مجموع أطوال المجاري بزيادة الرتبة، أي تزداد أعداد المجاري في الرتبة الدنيا وتنخفض في الرتبة العليا.
- عند تمثيل العلاقة بين متوسط أطوال المجاري ورتبها جدول (3 ــ 7) و (شكل 3 ــ 17) نلاحظ أنها تصنع متوالية هندسية معكوسة في كل أحواض المنطقة بين الرتبة ومتوسط أطوال المجاري، حيث إنه على الرغم من قصر متوسط أطوال المجاري الرتبة الأولى إلا أن أطوال مجاريها تبلغ أكثر من نصف طول المجاري بالمنطقة، ويرجع ذلك لارتفاع نسبة أعداد المجاري بالرتبة الأولى والتي تبلغ 52%، وعند حساب أفضل خط انحدار سجلت جميع الأطوال مع رتبها نوعا من التركيز على وحول خط الانحدار في تناسق شبة تام، إلا أن بعض الأودية شذت عن التوزيع أثناء تمثيل العلاقة بين رتب المجاري وأطوالها، كما تظهر في أحواض أودية (الراهب الغربي، بالعفاريت، بوخويوة)،
- وبتحليل العلاقة بين مساحة الأحواض وأعدادها وأطوال مجاريها، يتضح أنها علاقة قوية بلغت 1.00 و0.99 على التوالي، فعلى سبيل المثال حوض وادي السهل الشرقي يعد أكبر الأحواض مساحة بالمنطقة وأكثرها في عدد المجاري وأطوالها، بينما حوض وادي شقطيف أصغر الأحواض مساحة وأقلها عدداً وطولا في المجاري.

جدول (3 ــ 6) أطــوال المجاري المائية لأحواض المنطقة (كم)

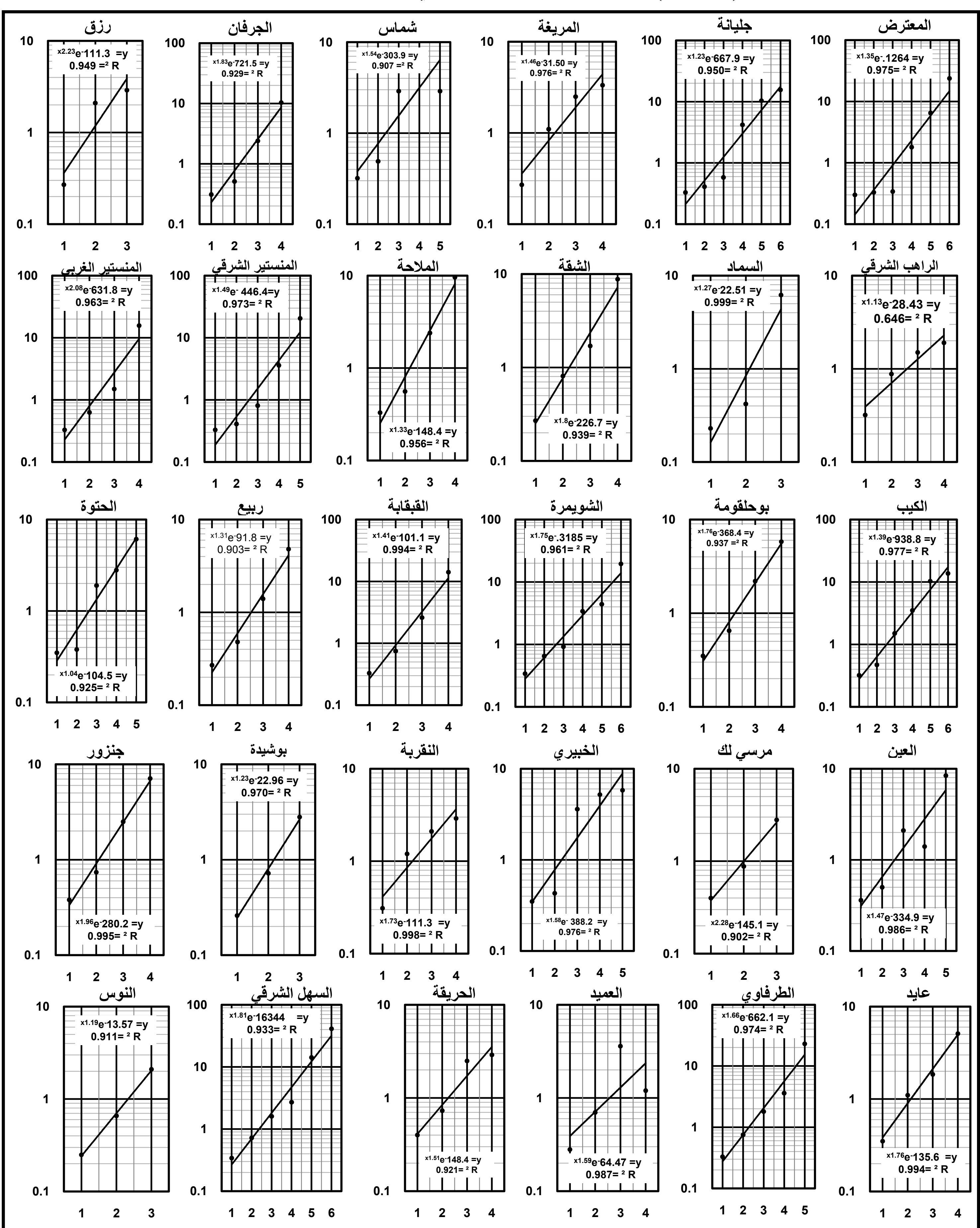
ت	الحوض	1	2	3	4	5	6	المجموع	ت	الحوض	1	2	3	4	5	6	المجموع
1	المعترض	238	113.8	34.5	26.1	19.5	23.8	455.7	30	النوس	3.3	2.0	2.1	—	—	—	7.4
2	جليانة	204.4	58.4	30.6	29.4	20.9	1.6	345.3	31	الحماره	7.2	3.1	1.0	3.1	—	—	14.4
3	المريعة	9.5	5.5	0.34	—	—	—	15.34	32	القبر	9.1	4.4	3.2	—	—	—	16.7
4	شماس	70	26.3	29.4	13.9	2.9	—	142.5	33	الثماد	5.8	9.0	1.2	—	—	—	16
5	الجرفان	62.1	22.5	24.1	10.4	—	—	119.1	34	اشكرية	11.2	5.9	0.40	—	—	—	17.5
6	رزق	8.8	9.1	2.5	—	—	—	20.4	35	الراهب الغربي	7.9	6.5	1.6	2.9	—	—	18.9
7	الراهب الشرقي	16.1	8.8	4.5	1.4	—	—	30.8	36	بوالعفاريت	8.5	7.4	2.0	2.2	—	—	20.1
8	السماد	6.4	2.1	6.2	—	—	—	14.7	37	بودمه	19.0	8.5	7.3	2.0	—	—	36.8
9	الشقة	22.9	13.9	5.1	8.8	—	—	50.7	38	بوخشيبة	12.6	7.0	1.5	2.0	—	—	23.1
10	الملاحة	33.1	14.1	12.0	9.6	—	—	68.8	39	الذوق	9.3	7.1	2.7	—	—	—	19.1
11	المنستير الشرقي	73.6	24.7	12.2	10.9	20.5	—	141.9	40	بوخويوه	10.0	4.1	5.5	0.30	—	—	19.9
12	المنستير الغربي	48.6	18.3	6.2	15.7	—	—	88.8	41	رؤوس الكباش	105.5	34.9	19.9	11.5	13.2	—	185
13	الكيب	170.4	60.5	32.6	24.6	20.6	3.7	312.4	42	الفكريات	32.1	15.6	16.2	6.1	—	—	70
14	بوحلقومة	36.3	15.8	11.0	5.8	—	—	68.9	43	الكويفه	33.1	13.5	12.8	7.1	—	—	66.5
15	الشويمرة	280.2	129.2	48.5	41.2	13.2	19.5	531.8	44	العقيلة	36.0	18.3	16.5	14.0	0.40	—	85.2
16	القبقابة	25.7	13.6	10.3	14.7	—	—	64.3	45	النقور	10.0	8.0	3.8	—	—	—	21.8
17	ربيع	15.3	7.3	5.8	4.8	—	—	33.2	46	الشقشقة	34.2	16.8	9.8	3.6	6.2	—	70.6
18	الحتوة	44.7	10.1	11.8	5.7	6.1	—	78.4	47	الخروي	2.1	1.9	1.2	—	—	—	5.2
19	العين	60.7	15.8	15.5	4.2	8.4	—	104.6	48	الشقطيف	1.8	0.85	0.44	—	—	—	3.09
20	مرسي لك	9.6	5.3	2.8	—	—	—	17.7	49	بولالاة	3.1	0.68	1.2	—	—	—	4.98
21	الخبيري	55.3	13.0	14.4	5.2	5.8	—	93.7	50	الطينية	23.5	11.4	4.5	8.5	—	—	47.9
22	النقربة	19.1	13.5	6.3	2.1	—	—	41	51	بوجليلي	15.9	6.6	3.9	5.4	—	—	31.8
23	بوشيده	5.9	3.6	2.8	—	—	—	12.3	52	العدسة	6.2	2.2	4.2	—	—	—	12.6
24	جنزور	33.5	13.0	10.3	7.1	—	—	63.9	53	الجرفه	10.7	4.8	6.3	—	—	—	21.8
25	عايد	20.0	12.5	1.7	5.1	—	—	39.3	54	الزيتون	62.6	17.5	11.9	15.6	5.7	—	113.3
26	الطرفاوي	86.9	41.7	23.6	10.8	23.0	—	186	55	الغواصة	15.1	6.6	3.4	—	—	—	25.8
27	العميد	10.6	6.3	7.2	0.2	—	—	24.3	56	بوخطيطة	82.9	34.9	18.6	5.7	10.0	—	152.1
28	الحريقة	24.4	9.6	7.6	2.6	—	—	44.2	57	رأس بياض	294.3	151.4	58.3	29.2	30.3	13.0	576.5
29	السهل الشرقي	884.4	449.4	153.7	78.6	71.1	41.2	1678.4	58	أم الشاوش	7.3	3.8	3.2	0.2	—	—	14.5
المجموع		—	—	—	—	—	—	—			3456.8	1552.4	758.1	458.3	277.8	102.8	6606.2

المصدر: إعداد الطالب، قياسات من المرئية الفضائية DEM باستخدام برنامج ARC GIS9.2.

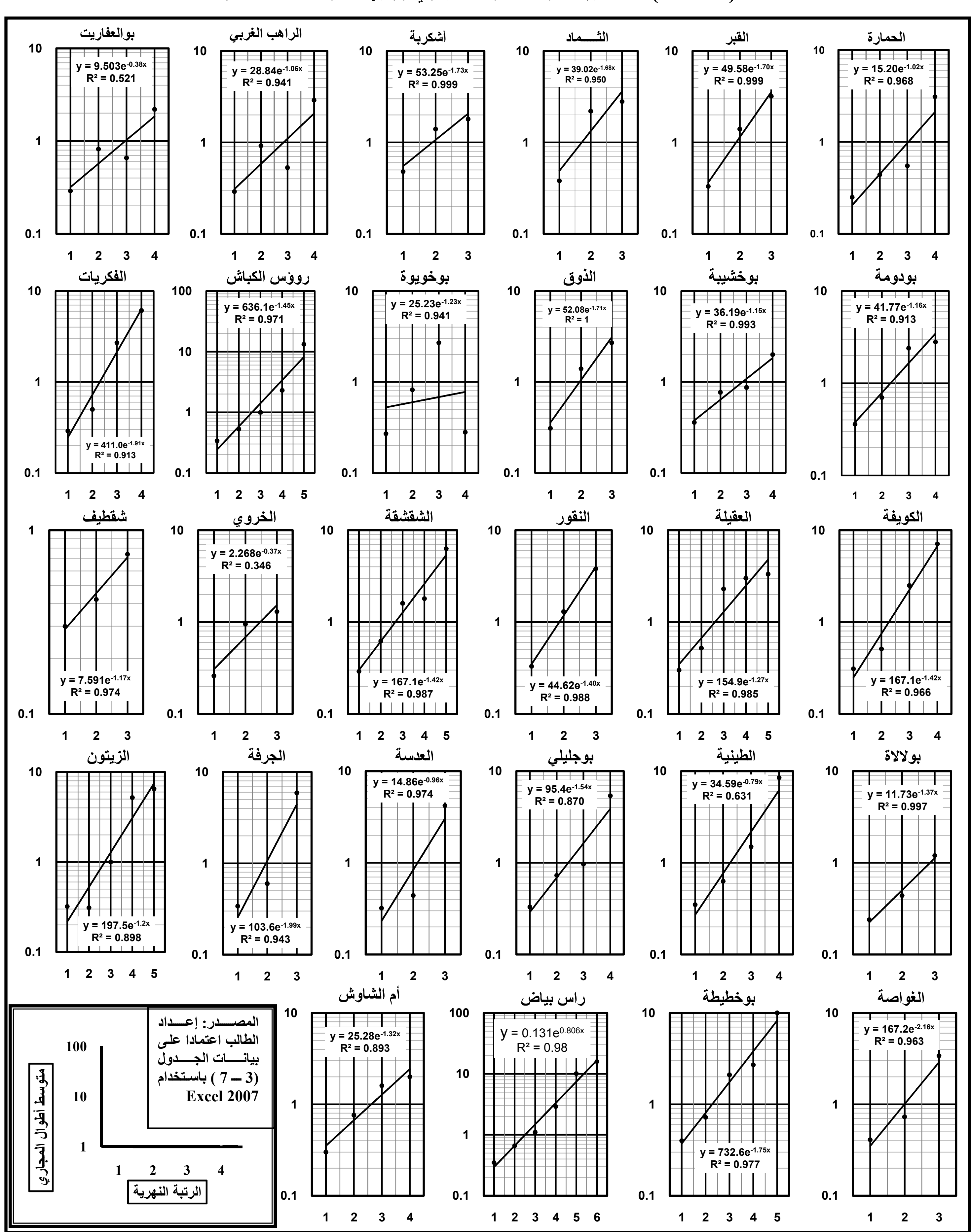
جدول (3 ـ 7) متوسط أطوال المجاري المائيه لأحواض المنطقة (كم)

الرقم	الحوض	الرتبة						الرقم	الحوض	الرتبة					
		1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5	6
1	المعترض	0.30	0.33	0.34	1.8	6.5	23.8	30	النوس	0.25	0.66	2.1	—	—	—
2	جليانة	0.33	0.21	0.58	4.2	10.4	1.6	31	الحماره	0.25	0.44	0.55	3.1	—	—
3	المريعة	0.27	1.1	2.5	0.34	—	—	32	القبر	0.33	1.4	3.2	—	—	—
4	شماس	0.32	0.49	2.9	6.9	2.9	—	33	الثماد	0.38	2.2	1.2	—	—	—
5	الجرفان	0.31	0.51	2.4	10.4	—	—	34	اشكربة	0.48	1.4	1.80	—	—	—
6	رزق	0.27	2.1	2.9	—	—	—	35	الراهب الغربي	0.29	0.92	0.53	2.9	—	—
7	الراهب الشرقي	0.32	0.88	2.2	1.9	—	—	36	بوالعفاريت	0.29	0.82	0.66	2.2	—	—
8	السماد	0.23	0.42	6.2	—	—	—	37	بودمه	0.36	0.70	2.4	2.0	—	—
9	الشقة	0.27	0.81	1.7	8.8	—	—	38	بوخشيبة	0.36	0.77	0.37	2.0	—	—
10	الملاحة	0.33	0.56	2.4	9.6	—	—	39	الذوق	0.31	1.4	2.7	—	—	—
11	المنستير الشرقي	0.33	0.41	0.81	3.6	20.5	—	40	بوخويوه	0.27	0.82	2.7	0.28	—	—
12	المنستير الغربي	0.33	0.63	1.5	15.7	—	—	41	رؤوس الكباش	0.34	0.53	1.0	2.3	13.2	—
13	الكيب	0.32	0.47	1.5	3.5	10.3	3.7	42	الفكريات	0.29	0.50	2.7	6.1	—	—
14	بوحلقومة	0.35	0.65	2.2	5.8	—	—	43	الكويفه	0.31	0.51	2.5	7.1	—	—
15	الشويمرة	0.34	0.65	0.92	3.4	4.4	19.5	44	العقيلة	0.30	0.52	2.3	7.0	0.33	—
16	القبقابة	0.33	0.75	2.6	14.1	—	—	45	النقور	0.33	1.3	3.8	—	—	—
17	ربيع	0.27	0.48	1.4	4.8	—	—	46	الشقشقة	0.29	0.62	1.6	1.8	6.3	—
18	الحتوة	0.35	0.38	1.9	2.8	6.1	—	47	الخروي	0.26	0.95	1.1	—	—	—
19	العين	0.36	0.50	2.1	1.4	8.4	—	48	شقطيف	0.30	0.42	0.44	—	—	—
20	مرسي لك	0.40	0.88	2.8	—	—	—	49	بولالاة	0.24	0.34	1.2	—	—	—
21	الخبيري	0.35	0.43	3.6	5.2	5.8	—	50	الطينية	0.35	0.63	1.5	8.5	—	—
22	النقربة	0.31	1.2	2.1	2.1	—	—	51	بوجليلي	0.33	0.73	0.97	5.4	—	—
23	بوشيده	0.26	0.72	2.8	—	—	—	52	العدسة	0.32	0.44	4.2	—	—	—
24	جنزور	0.38	0.74	2.5	7.1	—	—	53	الجرفه	0.34	0.60	5.9	—	—	—
25	عايد	0.35	1.1	1.85	5.1	—	—	54	الزيتون	0.32	0.31	1.0	5.2	6.5	—
26	الطرفاوي	0.33	0.75	1.8	3.6	23.0	—	55	الغواصة	0.41	0.73	3.4	—	—	—
27	العميد	0.28	0.70	3.6	1.2	—	—	56	بوخطيطة	0.40	0.72	2.1	1.9	10.0	—
28	الحريقة	0.40	0.73	2.5	2.6	—	—	57	رأس بياض	0.35	0.66	1.1	2.9	10.1	13.0
29	السهل الشرقي	0.34	0.72	1.6	2.7	14.2	41.2	58	أم الشاوش	0.30	0.76	1.6	2.0	—	—
المتوسط العام		—	—	—	—	—	—			0.32	0.78	2.0	3.6	10.2	27.1

شكل (3 ــ 17) العلاقة بين متوسط أطوال المجاري ورتبها بأحواض منطقة الدراسة



شكل (3 ــ 17) العلاقة بين متوسط أطوال المجاري ورتبها بأحواض منطقة الدراسة



4 ـ كثافة التصريف : Drainage Density

تعد كثافة التصريف من أهم الخصائص التي يعتمد عليها في دراسة مورفومترية شبكات التصريف، لأنها تعكس تأثير كل من نوع الصخر ونظامه والتربة ونفاذيتها وكثافة الغطاء النباتي ودرجة الانحدار (محمد بن فضيل بوروية، 2000، ص 75، 76)، إضافة إلى تقطع الحوض بالمجاري المائية، وتتوقف كل هذه العوامل بالدرجة الأولى على كمية الأمطار الساقطة على الأحواض ومعدلات التبخر، إضافة إلى تأثير الإنسان على شبكة التصريف (محمود عاشور، 1986، ص 456، 457) ويتم حساب الكثافة التصريفية بالمعادلة **التالية:**

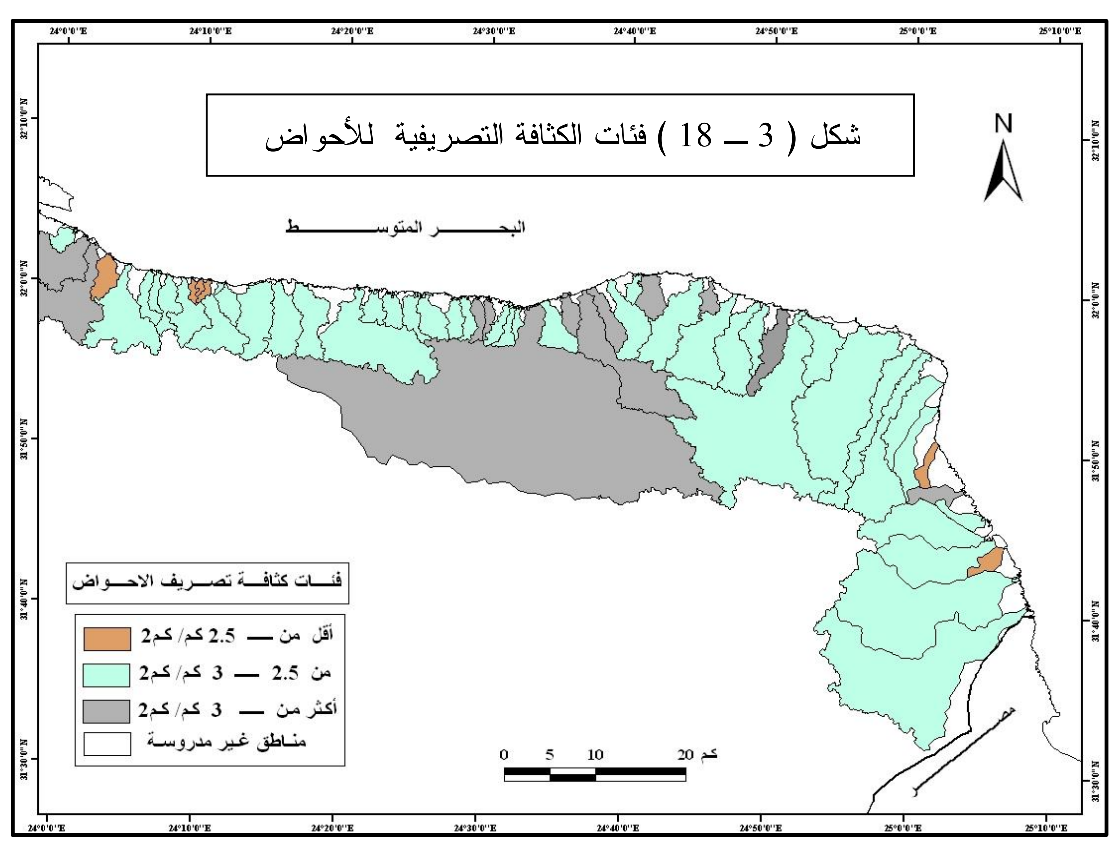
$$\text{كثافة التصريف} = \frac{\text{مجموع أطوال المجاري كم}}{\text{المساحة الحوضية كم}^2}$$

(محمود عاشور، مجدي تراب، 1991، ص 339)

ومن دراسة كثافة التصريف وتطبيق المعادلة السابقة على أحواض المنطقة ومن جدول (3 ــ 8) و(شكل3 ــ 18) يتضح **مايلي:**

- أن كثافة التصريف في أحواض منطقة الدراسة تتراوح مابين 2.2 كم/كم^2 بأحواض أودية المريغة 2.2 كم/كم^2 شقطيف 2.3 كم/كم^2 بولالاة 2.3 كم/كم^2، و4.0 كم/كم^2 بحوض وادي الثماد، بمتوسط عام يبلغ 2.8 كم/كم^2، يقل عن هذا المتوسط 27 حوضا بنسبة 46.5% من إجمالي أحواض التصريف بالمنطقة، في حيث سجلت 31 حوضا أعلى من المتوسط بنسبة 53.4% من إجمالي أحواض التصريف بالمنطقة.
- يمكن القول بصفة عامة إن كثافة التصريف منخفضة بأحواض المنطقة لأن جميع الأودية لم تصل شبكات تصريفها إلى الصورة النهائية وذلك نتيجة لظروف المناخ الجاف التي تسود المنطقة حاليا، وإن التباينات في كثافة التصريف بين الأحواض ليست كبيرة، ويمكن إرجاعها إلى الاختلافات اللثيولوجية للصخور والظروف البنيوية والهيدرولوجية ودرجة الانحدار العام للمنطقة والمرحلة الجيومورفولوجية التي وصلت إليها الأحواض، مع وجود مساحات داخل الأحواض تغطيها الرواسب الحديثة ذات نفاذية عالية وقليلة الانحدار التي انعكس دورها على انخفاض الكثافة التصريفية داخل الأحواض، ولكن على الرغم من انخفاض الكثافة التصريفية بأحواض المنطقة، إلا أنها تتفق مع نتائج كثافة التصريف لأحواض مجاورة مثل، حوض وادي السهل الغربي بهضبة البطنان 2.0 كم/كم^2 (محمود على المبروك، 2006)، ومع أحواض أودية هضبة الدفة في الدراسة التي أجراها محمد رمضان مصطفي (1993، ص 120) حيث أوضح أن الكثافة التصريفية في أحواض هضبة الدفة تتراوح مابين 1.2 كم/كم^2 و4.3 كم/كم^2.

- سجلت أحواض أودية الثماد والقبقابة والراهب الشرقي وعايد والطرفاوي والسهل الشـــرقي أعلى كثافة تصريفية على مستوي الأحواض بلغت 3.1 كم/كم^2 و4.0 كم/كم^2 على التوالي، ويرجع ذلك إلى كبر المساحة الحوضية وزيادة أعداد مجاريها في الرتبة الأولـــي والثانيـــة إضافة إلى شدة تأثرها بعمليات التصدع وخلو المنطقة من النبات الطبيعـــي ممـــا أدي إلـــى زيادة فرصة الجريان على السطح وزيادة أعداد مجاريها.
- بدراسة العلاقة بين كثافة التصريف والمساحة الحوضية ومعدل التضرس، وعلـــى الـــرغم من تأكيد بعض الباحثين بوجود علاقة ارتباط سالبة بين الكثافـــة التصـــريفية والمســـاحة، إلا أنه عند دراسة هذه العلاقة على مستوي الأحواض اتضح وجود علاقة إيجابية تقريبا بين المساحة والكثافة بلغت 0.50، حيث يبدو أن للمساحة تأثير على الكثافة التصريفية بأحواض المنطقة، بينما وجدت علاقة ارتباط سالبة بين كثافة التصريف ومعدلات التضرس وبلغـــت 0.48 -، وكما أشرنا سابقا يبدو أن الكثافة التصريفية هي ناتج التفاعـــل مـــابين العوامـــل البنيوية والخصائص اللثيولوجية للصخور والظروف المناخية والنباتية والتربـــة ونفاذيتهـــا إضافة إلى المساحة الحوضية.



المصدر: إعداد الطالب، من المرئية الفضائية DEM باستخدام برنامج ARC GIS9.2

5 ـ معدل تكرار المجـــاري: Stream Frequency

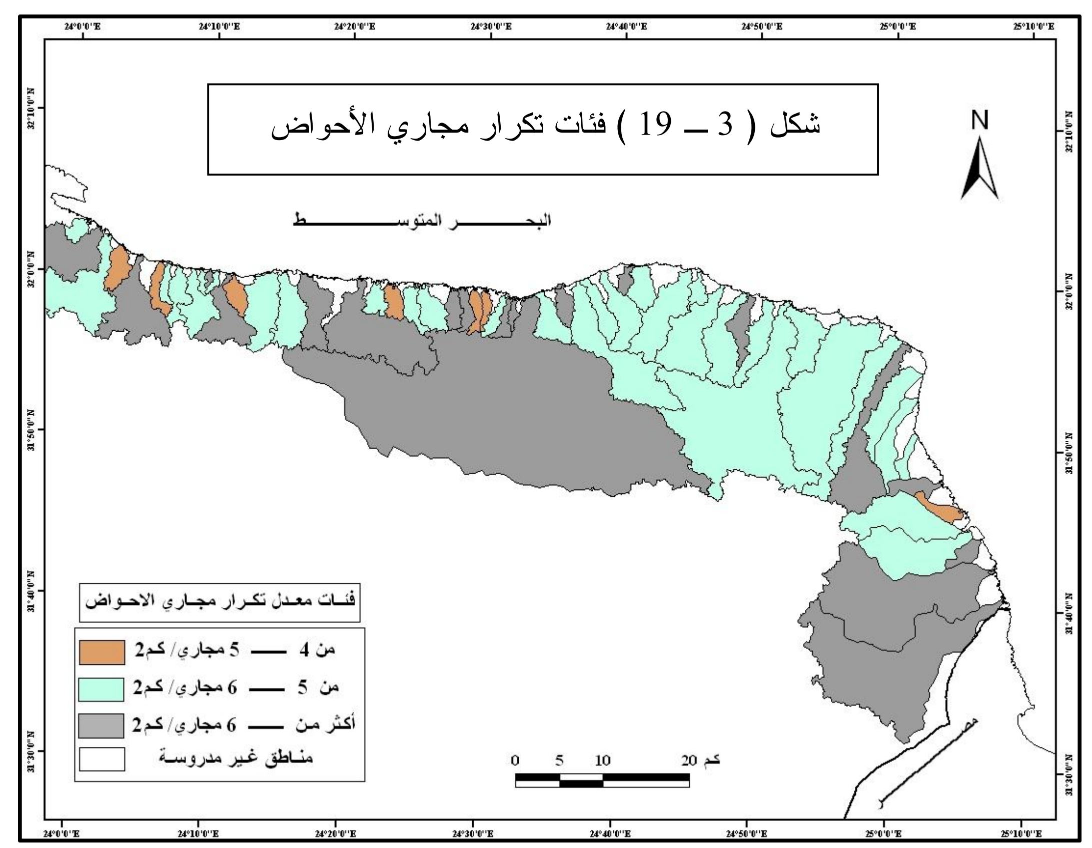
هو انعكاس لمدى تعرض سطح الأحواض للنحت والتقطـــع بالمجـــاري المائيـــة (حســـن رمضان سلامة، 1987، ص 103)، أي يوضح النسبة بـــين أعـــداد المجـــاري والمســـاحة الحوضية، فالمجاري المائية بمختلف رتبها تعمل على زيادة المساحة الحوضية عـــن طريـــق النحت الذي تزداد كثافتها للرتبة الدنيا (محمود عاشور، ومجـــدي تـــراب، 1991، ص 340، 341) ، ويتم حساب تكرار المجاري بالمعادلة **التالية:**

$$\textbf{تكرار المجاري} = \frac{\textbf{مجموع أعداد المجاري}}{\textbf{المساحة الحوضية كم}^2}$$

(حسن رمضان سلامة، 2007، ص، 188)

وبتطبيق المعادلة على أحواض المنطقة ومن خلال بيانات الجدول (3 ــ 8) و (شكل 3 ــ 19) يتضح **مايلي:**

- يبلغ متوسط تكرار المجاري في أحواض المنطقة 5.7 مجرى/كم^2، ويعد معـــدلا مـــنخفض جدا إذا ما قورن بأحواض في مناطق أخري.
- سجل 23 حوضا أقل من المتوسط العام بنسبة 39.7% من جملة عدد الأحواض وتـــراوح معدل تكرارها مابين 4.4 مجرى/كم^2 و 5.6 مجرى/كم^2، في حين ســـجل 35 حوضـــا أعلي من المتوسط بنسبة 60.3%من جملة عدد الأحواض، وتراوح معدل تكرارها مـــابين 5.7 مجرى/كم^2 و 7.4 مجرى/كم^2.
- سجلت أحواض أودية (المعترض 7.4 مجرى/كم^2، جليانة 7.1 مجـــرى/كـــم^2، الراهـــب الشرقي 6.3 مجرى/كم^2، بوشيده 6.6 مجرى/كم^2، العميد 6.4 مجـــرى/كـــم^2، الحمـــاره 6.9 مجرى/كم^2، شقطيف 6.9 مجرى/كم^2 ، الشقشقة 6.5 مجرى/كـــم^2،)، أعلـــى معـــدل تكرار للمجاري بأحواض المنطقة، ويرجع ذلك إلى وقوعها على الحافات الســـاحلية ممـــا أدى إلى زيادة مجاريها من الرتبة الأولي وقصر أطوالها مما ساعد علـــى زيـــادة تكـــرار مجاريها، وشدة تأثرها بالظروف البنيوية.
- سجلت أحواض أودية (رزق 4.9 مجرى/كم^2، الذوق 4.7 مجـــرى/كـــم^2 ، النقـــور 4.6 مجرى/كم^2 ، الغواصة 4.4 مجرى/كم^2) أقل معدل لتكرار للمجاري، ويرجع ذلـــك صـــغر مساحتها وإلى قلة انحدار السطح الذي لايساعد على فرصة الجريان، مع وجود مســـاحات كبيرة داخل الأحواض تحتوي على رواسب مفككة عالية النفاذية فتعمل علـــى قلـــة أعـــداد المجاري بالنسبة لمساحاتها الحوضية.



المصدر: إعداد الطالب، من المرئية الفضائية DEM باستخدام برنامج ARC GIS9.2

6 ــ معدل بقاء المجاري: Channel Maintenance

يدل معدل بقاء المجاري على متوسط وحدة المساحة اللازمة لتغذية الوحدة الطولية من قنوات شبكة التصريف (سباركس، ب، ترجمة، ليلي عثمان، 1983، ص217)، أي أنه كلما زادت قيمة الناتج دل ذلك على ارتفاع المساحة الحوضية على حساب المجاري المائية (محمد صبري محسوب، 1998، ص 215) ويتم حساب معدل بقاء المجاري بالمعادلة **التالية:**

$$\text{معدل بقاء المجاري} = \frac{\text{مساحة الحوض كم}^2}{\text{مجموع أطوال المجاري كم}}$$

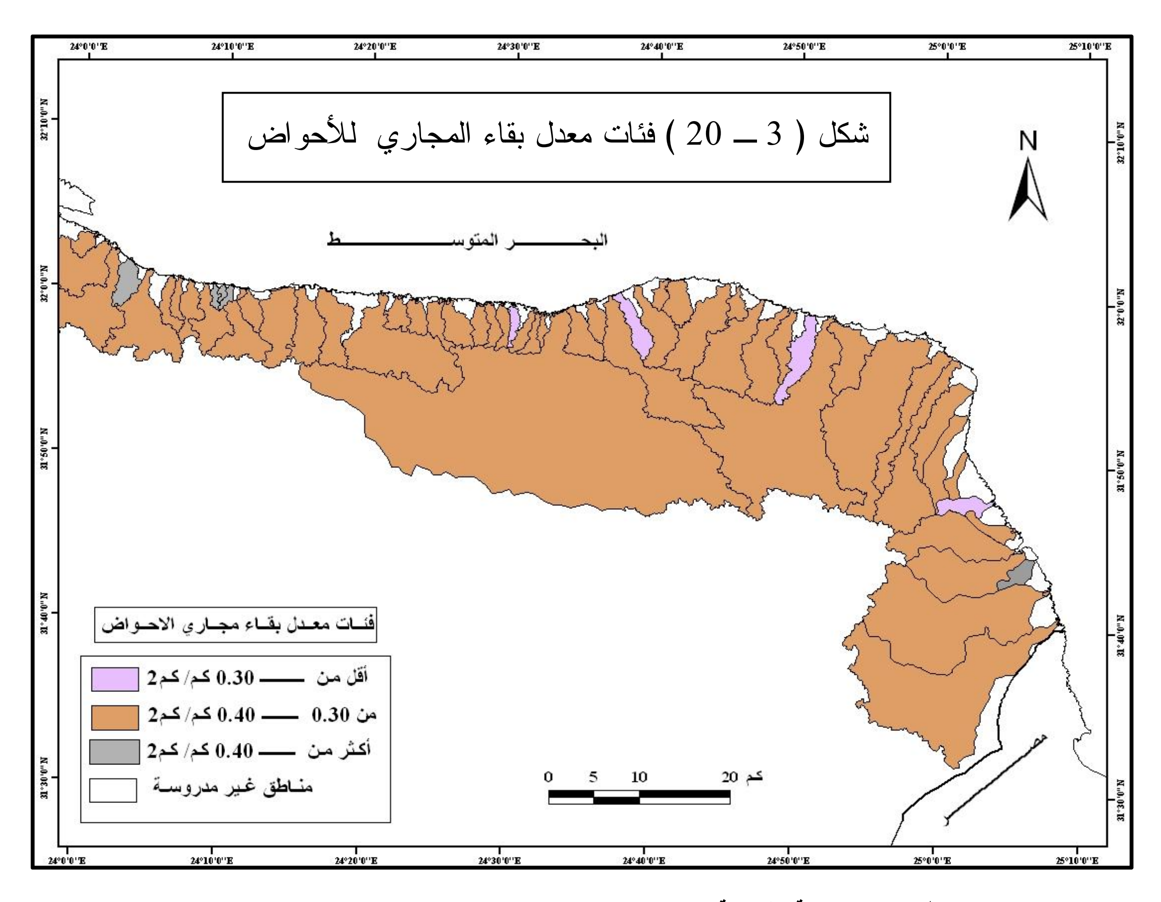
(محمود عاشور، مجدي تراب، 1991، ص 341)

وبتطبيق المعادلة على أحواض المنطقة ومن دراسة الجدول (3 ــ 8) و(شكل3 ــ 20) يتضح **الآتي:**

- يبلغ المتوسط العام لمعدل بقاء المجاري بأحواض المنطقة 0.34 كم/كم^2، وتراوحت المعدلات مابين 0.25 كم/كم^2 بحوض وادي الثماد، و0.44 كم/كم^2 بحواض ودي

المريغة، وتعد قيمه متوسطة لأن تكرار المجاري والكثافة التصريفية منخفضة بـأحواض المنطقة حيث سجلت بينهما علاقة سالبة بلغت 0.25 – و0.88 – على التوالي.

- سجل 22 حوضا أقل من المتوسط العام بنسبة 38% من جملة أحواض المنطقة، وتضم أغلب الأحواض الكبيرة في المساحة الحوضية مثل حوض وادي السهل الشرقي الذي سجل معدل بقاء للمجاري 0.31 كم/كم^2، ويرجع انخفاض معدل بقاء المجاري لهذه الأحواض لقلة مساحة المجاري الحوضية.
- سجلت بقية الأحواض وعددها 36 حوضا ارتفاعا في معدل بقاء المجاري عن المتوسط العام بنسبة 62% من جملة الأحواض في المنطقة، وتضم أغلب الأحواض الصغيرة في المساحة الحوضية، ويرجع ارتفاع معدل بقاء المجاري في هذه الأحواض إلى اتساع المساحة الحوضية لتلك الأحواض على حساب أطوال المجاري لذلك انخفضت الكثافة التصريفية بها.



المصدر: إعداد الطالب، من المرئية الفضائية DEM باستخدام برنامج ARC GIS9.2

جـــدول (3 ــ 8) خصائص شبكات التصريف لأحواض المنطقة

ت	الحوض	الكثافة التصريفية	تكرار المجاري	بقاء المجاري	نسبة التشعب	ت	الحوض	الكثافة التصريفية	تكرار المجاري	بقاء المجاري	نسبة التشعب
1	المعترض	2.9	7.4	0.34	3.8	30	النوس	2.7	6.2	0.36	3.6
2	جليانة	2.6	7.1	0.38	3.8	31	الحماره	2.7	6.9	0.38	3.1
3	المريعة	2.2	6.3	0.44	3.8	32	القبر	2.9	5.4	0.34	6.0
4	شماس	3.0	6.0	0.32	4.0	33	الثماد	4.0	5.0	0.25	3.8
5	الجرفان	2.7	5.8	0.36	6.3	34	اشكربة	3.1	5.0	0.32	4.8
6	رزق	2.7	4.9	0.36	6.0	35	الراهب الغربي	3.0	6.1	0.32	3.0
7	الراهب الشرقي	3.3	6.9	0.29	6.0	36	بوالعفاريت	2.7	6.2	0.35	3.1
8	السماد	2.5	5.7	0.38	5.2	37	بودمه	2.9	5.4	0.33	3.7
9	الشقة	2.7	5.7	0.35	4.4	38	بوخشيبة	2.7	5.7	0.36	3.3
10	الملاحة	2.9	5.5	0.34	4.6	39	الذوق	2.6	4.7	0.38	5.4
11	المنستير الشرقي	2.7	6.2	0.36	4.1	40	بوخويوه	2.6	6.0	0.37	3.9
12	المنستير الغربي	2.9	5.9	0.33	5.3	41	رؤوس الكباش	2.6	6.1	0.37	4.4
13	الكيب	2.6	5.7	0.37	3.4	42	الفكريات	3.0	6.3	0.32	4.8
14	بوحلقومة	2.9	5.7	0.33	4.6	43	الكويفه	2.8	5.9	0.34	4.0
15	الشويمرة	3.0	6.0	0.33	3.8	44	العقيلة	3.0	6.0	0.32	3.4
16	القبقابة	3.5	5.5	0.27	4.2	45	النقور	2.7	4.6	0.36	5.5
17	ربيع	2.7	6.2	0.36	4.0	46	الشقشقة	3.0	6.5	0.32	3.4
18	الحتوة	2.7	5.5	0.36	3.5	47	الخروي	2.4	5.2	0.40	3.0
19	العين	2.6	5.1	0.38	3.7	48	الشقطيف	2.3	6.9	0.42	2.5
20	مرسي لك	3.1	5.5	0.31	5.0	49	بولالاة	2.3	5.7	0.42	3.2
21	الخبيري	2.7	5.5	0.36	4.1	50	الطينية	2.7	5.1	0.26	4.4
22	النقربة	3.1	5.8	0.31	4.0	51	بوجليلي	2.8	5.5	0.34	3.0
23	بوشيده	2.9	6.6	0.34	4.7	52	العدسة	2.8	5.5	0.35	4.4
24	جنزور	3.0	5.2	0.32	4.4	53	الجرفه	2.8	5.0	0.34	5.8
25	عايد	3.3	5.9	0.30	4.2	54	الزيتون	2.7	6.4	0.35	3.7
26	الطرفاوي	3.1	5.6	0.31	4.0	55	الغواصة	2.4	4.4	0.40	6.5
27	العميد	3.1	6.4	0.31	3.5	56	بوخطيطة	3.1	5.4	0.32	3.8
28	الحريقة	3.1	5.3	0.32	3.9	57	رأس بياض	3.1	6.1	0.31	3.8
29	السهل الشرقي	3.1	6.3	0.31	4.8	58	أم الشاوش	2.6	5.8	0.37	3.1
المتوســـــط		——	——	——	——	————		8 .2	5.7	0.34	4.1

المصدر: إعداد الطالب، قياسات من المرئية الفضائية DEM باستخدام برنامج ARC GIS9.2.

ثالثا : أنماط التصريف لشبكات الأودية:

تختلف شبكات أنماط التصريف في طريقة تنظيم مجاري الأودية الموجودة فـي منطقـة ماء أو حوض أو عدة أحواض متجاورة (محمد صبري محسوب، 2003، ص 193)، وتأتى أهمية دراسة أنماط التصريف لشبكات الأودية كونها تعكس تـأثير كـل مـن الخصـائص الليثولوجية للصخور وميل طبقاتها وطبيعتها الانحدارية وأثر حركات التصـدع واتجاهاتهـا (Ro Charlton . 2008 . pp 3. 5)، إضافة إلى نوع المناخ السـائد والغطـاء النبـاتي، والتطوير الجيومورفولوجي الذي وصلت إليه أحواض التصـريف(حسـن سـيد ابـوالعينين، 1981، ص459، 460)، ومن خلال دراسة أنماط التصريف التي توضحها شبكات تصريف الأودية بالمنطقة، تم التعرف على عدة أنماط للتصريف بالمنطقة تتمثل **بالآتي:**

1 ــ نمط التصريف الشجري:

يمكن وصف المنطقة بصفة عامة بأنها ذات نمط تصريف شجري، حيث يعتبر هو الـنمط السائد والأكثر انتشارا في أحواض التصريف بالمنطقة، وقد تطور هذا النمط فـوق صـخور الحجر الجيري الذي يتسم بالتجانس في خصائصه الليثولوجية وبكثـرة الشـقوق والفواصـل وقابليته للنحت والإذابة، وفيه تلتقي الروافد ببعضها بطريقة غير منتظمـة فـي كثيـر مـن الاتجاهات، بحيث تصنع شبكات وروافد الأودية شكلاً أشبة بفـروع الأشـجار تمامـا شـكل (شكل 3 ـ 21 ـ أ) ويظهر هذا النمط في الطبقات الصخرية الأفقية والمائلـة مـيلاً خفيفـاً بحيث يتفق الجريان مع الانحدار العام لسطح المنطقة بشكل متوافق مع الظروف البنيوية.

رغم انتشار هذا النمط في جميع أودية المنطقة إلا أنه يظهر بصورة واضحة علـى سـبيل المثال لا للحصر في أودية المعترض، الكيب، الشويمرة، العين، السهل الشـرقي، الزيتـون، رأس بياض، كما تظهر بعض الاختلافات في هذا النمط استجابة إلى مـدي تقـارب وتباعـد خطوط الروافد وذلك نتيجة للاختلافات الليثولوجية للصخور الجيرية التي تخترقهـا الأوديـة، حيث تظهر صفة التوازي نتيجة لعامل الانحدار ونظام الشقوق والفواصل، ويتمثل بوضـوح في معظم روافد الأودية مثل وادي العين(شكل 3 ــ 21 ــ ب) ، كما ظهرت داخل هذا النمط نتيجة لشدة انحدار الحافات بعض الروافد بشكل أنماط ريشيه، حيث تلتقي ببعضـها الـبعض وبالمجري الرئيسي بشكل شبه متعامد، وذلك نتيجة لشدة انحدار الحافات والتي انعكس دورها على قصر أطوال مجاريها، وعادة ما تكون قريبة من بعضها البعض، ويتمثل هذا النمط فـي بعض روافد وادي السهل الشرقي، وبعض روافـد وادي الشـويمرة، وبعـض روافـد وادي الجرفان (شكل 3 ـ 21 ــ جــ)، كما يرجع الفضل إلى هذا النمط في عملية غسيل المنحدرات وجرف المفتتات الإرسابية وبعض الأشرطة الرملية التي تغطي بعض الحافات.

2 ـ نمط التصريف المتوازي:

يعد النمط المتوازي من أبسط أنماط التصريف، إذ تبدو فيه المجاري المائية علـــى شـــكل طولي متوازي وشبة متوازي وتكاد تفصل بينهما مسافات متســـاوية، متـــأثرة بالانحـــدارات الخفيفة التي تتبع الميل العام للمنطقة والتي تتسم بالتجانس في الخصائص الصخرية، ويظهـــر هذا النمط بصورة واضحة في الجزء الشمالي الشرقي من المنطقة في أودية الشقة، الملاحـــة، المنستير الشرقي، المنستير الغربي (شكل 3 ـــ 21 ـــ د)، وفـــي روافـــد وادي بوحلقومـــة، والروافد العليا من وادي الشويمرة والسهل الشرقي، وتتميز المجـــاري فـــي هـــذه المنـــاطق بقصرها وقلة تعرجها وانحدارها بشكل عمودي وشبه عمودي من أعلى الحافات الصخرية.

3 ـ نمط التصريف الإشعاعي:

يظهر هذا النمط في مساحات صغيرة جدا بالمنطقة ولا يظهـــر إلا مـــن خـــلال فحـــص المرئية الفضائية، وكأن المجاري المائية تنبع من نقطة واحدة مركزية خاصة فـــي المنـــاطق التي تشترك في منحدراتها أكثر من وادي، ويوجد هذا النمط في بعض الأجـــزاء العليـــا مـــن روافد وادي الشويمرة التي تشترك معها الروافد العليا لوادي الطرفاوي وبعض روافـــد وادي السهل الشرقي، حيث يبلغ ارتفاع هذه المنطقة 223 متر فوق مستوي سطح البحر، وتعد أعلي نقطة في المنطقة (شكل 3 ـ 21 ـ هـ).

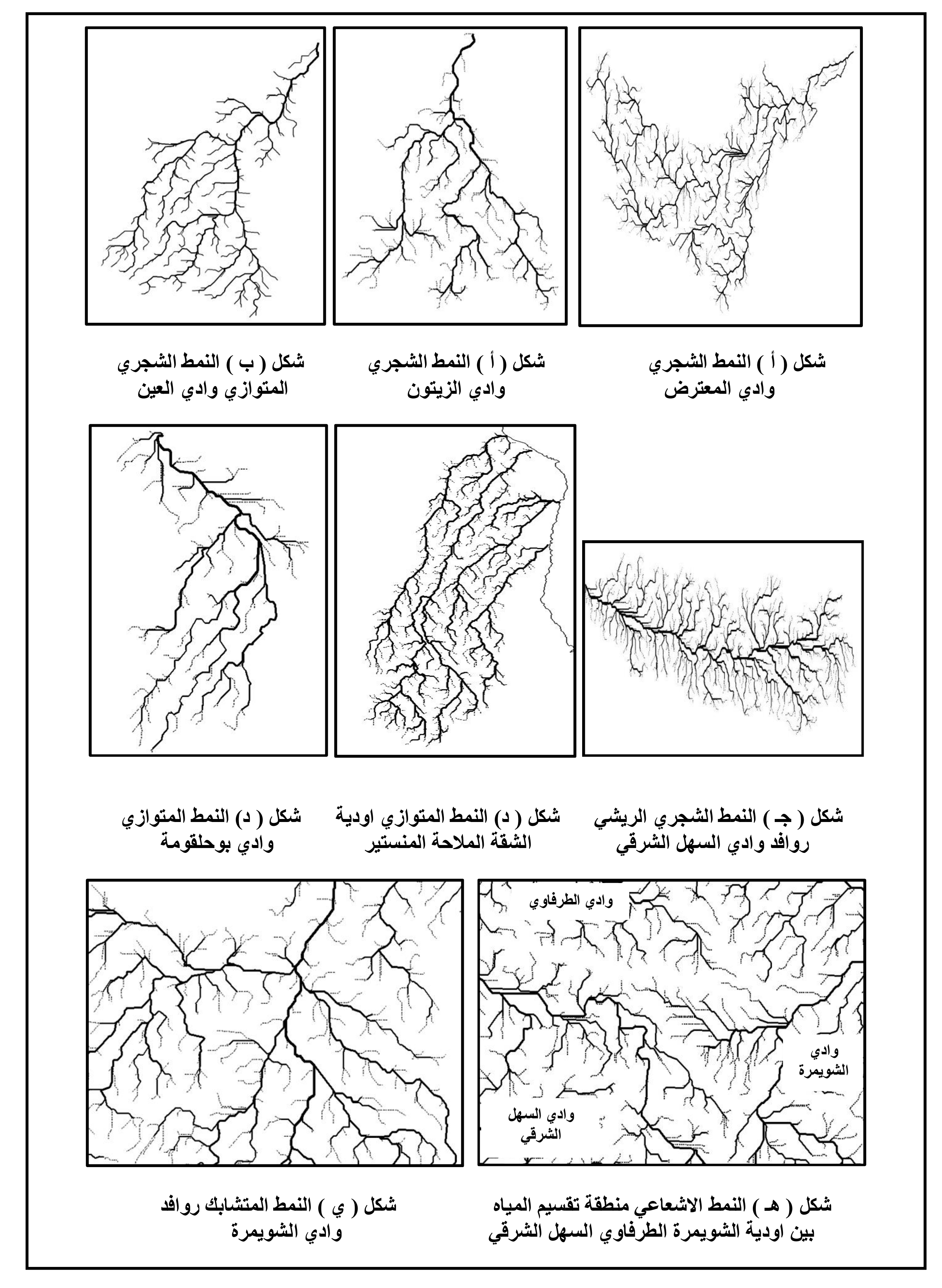
4 ـ نمط التصريف المركزي:

على الرغم من أن جميع مجاري الأودية بالمنطقة ذات تصريف خارجي أي أنهـــا تنتهـــي إلى البحر مباشرة بمصبات خليجية، ولكن هذا لايمنع من ظهور هذا النمط من التصريف على سطح المنطقة، فهو يعكس طبيعة العلاقة المكانية، حيث تتجه فيه المجاري المائية نحو نقطـــة مركزية من عدة اتجاهات، ويتمثل هذا النمط أفضل تمثيل، في الروافد والأودية التي تصـــرف المياه نحو الأراضي المنخفضة والأحواض المغلقة، والتي تتمثل فـــي منخفضـــات الســـقايف والغيطان والحلق، مثل سقيفة الزعفران والريفي والغرابات والفرين.

5 ـ نمط التصريف المتشابك:

أهم ما يميز هذا النمط من التصريف هو التقاء الروافد بالمجاري الرئيسية بزاويـــة شـــبه قائمة، وتتسم مجاري هذا النمط بالقصر النسبي، وتتجه عادة مع امتداد ميل الطبقات الصخرية متفاوتة الصلابة، التي تتعاقب فيها صخور لينة وصلبة، ويظهر هذا النمط في المنـــابع العليـــا لحوض وادي الشويمرة، وخاصة في الرتبة الثانية والثالثة والرابعـــة وروافـــد حـــوض وادي السهل الشرقي، شكل (شكل 3 ـــ 21 ـــ و)، حيث الصدوع الطولية المتوازية التي أدت إلـــى ظهور المجاري الطولية والتي تلتقي بالمجري الرئيسي بزوايا شبة قائمة، وتعتبر الأحـــواض سابقة الذكر هي أكثر الأحواض تأثرا بنظام التصدع العادي الذي يغطي منطقة الدراسة.

شكل (3 ــ 21) أنماط التصريف السائد بمنطقة الدراسة



شكل (أ) النمط الشجري وادي المعترض

شكل (أ) النمط الشجري وادي الزيتون

شكل (ب) النمط الشجري المتوازي وادي العين

شكل (جـ) النمط الشجري الريشي روافد وادي السهل الشرقي

شكل (د) النمط المتوازي اودية الشقة الملاحة المنستير

شكل (د) النمط المتوازي وادي بوحلقومة

شكل (هـ) النمط الاشعاعي منطقة تقسيم المياه بين اودية الشويمرة الطرفاوي السهل الشرقي

شكل (ي) النمط المتشابك روافد وادي الشويمرة

رابعا ـ العلاقات الارتباطية بين خصائص أحواض التصريف وشبكاتها:

لدراسة العلاقات بين متغيرات الأحواض وشبكات التصريف بمنطقة الدراسة تم حساب معامل الارتباط بيرسون عن طريق عمل مصفوفة تضم 17 متغيرا، وذلك باستخدام البرنامج الإحصائي **Spss.18**، ويوضح الجدول (3 ــ 9) و(شكل 3 ــ 22) قيم العلاقات الارتباطية بين خصائص أحواض التصريف وشبكاتها، ومن خلاله يمكن ملاحظة **مايلي:**

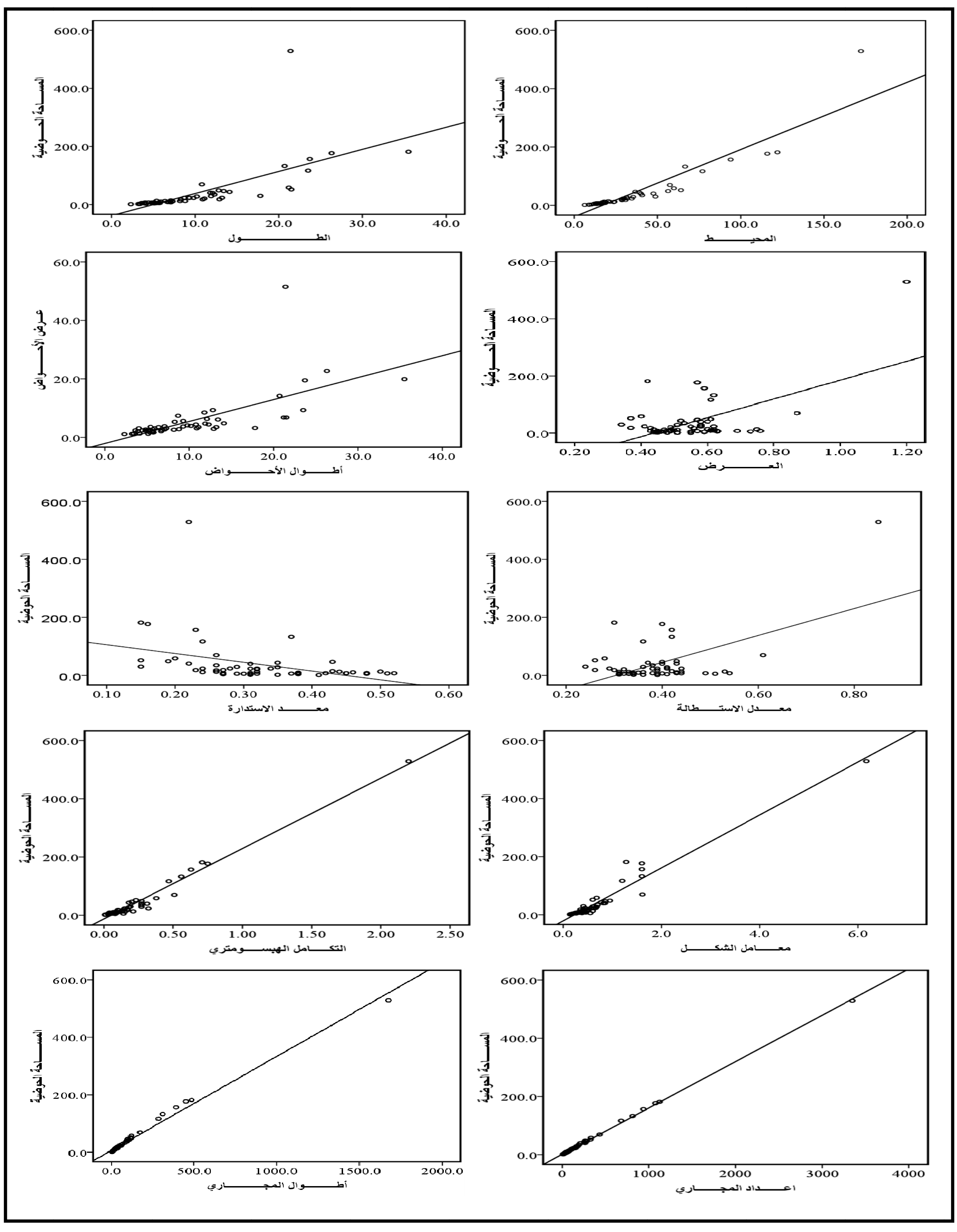
- تتميز العلاقة بين مساحة الأحواض وأبعادها (الطول ــ العرض ــ المحيط)، بأنها علاقة ارتباط موجبة وقوية بلغت 0.98 بين العرض والمساحة، و0.91 بين المحيط والمساحة، كما أن العلاقة بين المساحة والعرض كانت أقوى من علاقتها بالطول والتي بلغت 0.66، وتميزه العلاقة بالايجابية بين المساحة وكل من معامل الشكل والتكامل الهيبسومتري وأطوال وأعداد المجاري، فمع زيادة المساحة الحوضية تزداد المساحة التجميعية لكمية الأمطار المتساقطة على الأحواض، والذي يؤدي بدوره إلى زيادة فاعلية النحت المائي، وبالتالي زيادة أعداد وأطوال المجاري المائية داخل الأحواض.
- توجد علاقة ارتباط موجبة بين الطول وكل من المحيط والوعورة وأطوال وأعداد المجاري، فكلما زاد طول الأحواض زادت محيطاتها واستطالتها، كما أن زيادة الطول الحوضي على حساب العرض يشير إلى مدي تناسق محيطات الأحواض، وظهرت العلاقة موجبة وضعيفة بين أطوال الأحواض ومعامل شكلها، وهذا يدل على أن الأحواض متوسطة الانتظام، وقطعت شوطا في تسوية تضاريسها وتخفيض درجة وعورتها.
- توجد علاقة ارتباط سالبة مابين أبعاد الأحواض وخصائصها الشكلية، مما يدل على أن أبعاد الأحواض لا تتأثر بالخصائص الشكلية بقدر ما تتأثر بالظروف البنيوية والخصائص الليثولوجية للصخور ونوعها وحجم وكمية الجريان الذي يؤدي إلى زيادة عمليات النحت.
- توجد علاقة ارتباط موجبة بين معدلات الاستطالة وكل من معامل شكل الأحواض والتكامل الهيبسومتري وبلغت 0.69 و0.60 ، في حين جاءت العلاقة عكسية بين معدلا الاستطالة ونسبة الطول والعرض الحوضي وبلغت −0.68، فكلما زادت استطالة الأحواض قل معدل استدارتها وزاد عدم الانتظام في أشكالها مع أنها في بداية دورتها التحاتية، حيث جاءت العلاقة عكسية مابين معامل الشكل ونسبة الطول والعرض الحوضي وكانت العلاقة إيجابية مابين معامل الشكل والتكامل الهيبسومتري والتي بلغت 0.97.
- توجد علاقة ارتباط إيجابية بين أعداد المجاري وأطوالها وبلغت 0.99 والكثافة التصريفية، فمن الطبيعي كلما زاد عدد المجاري زاد تبعا لذلك أطوالها وزادت كثافة تصريفها، و جاءت العلاقة موجبة وضعيفة بين الكثافة التصريفية وتكرار المجاري، فكلما كان عدد المجاري كبيرا في الكيلومتر المربع زاد مجموع أطوالها وهذا يدل على ارتفاع الكثافة التصريفية.

شكل (3 ــ 9) مصفوفة العلاقات الارتباطيه الإحصائية بين خصائص أحواض التصريف وشبكاتها بمنطقة الدراسة

المتغيرات	المساحة	المحيط	الطول	العرض	معدل الاستطالة	معدل الاستدارة	معامل الشكل	الطول /العرض	نسبة التضرس	التكامل الهيبسومتري	الوعورة	الكثافة التصريفية	تكرار المجاري	بقاء المجاري	نسبة التشعب	أطوال المجاري	أعداد المجاري
المساحة	1.00	.919	.665	.985	.567	-.371	.970	-.395	-.319	.986	.705	.506	.123	-.441	.006	.995	1.00
المحيط	–	1.00	.884	.924	.363	-.581	.848	-.323	-.492	.914	.824	.587	.111	-.528	-.030	.881	.911
الطول	–	–	1.00	.671	-.020	-.638	.538	-.086	-.582	.654	.820	.532	.029	-.464	-.027	.596	.650
العرض	–	–	–	1.00	.554	-.384	.950	-.480	-.333	.970	.710	.515	.148	-.454	-.009	.976	.984
معدل الاستطالة	–	–	–	–	1.00	.265	.695	-.683	-.012	.604	.156	.185	.088	-.162	-.012	.594	.573
معدل الاستدارة	–	–	–	–	–	1.00	-.280	-.229	.495	-.383	-.541	-.510	-.146	.542	.099	-.339	-.365
معامل الشكل	–	–	–	–	–	–	1.00	-.442	-.295	.977	.632	.480	.131	-.412	.039	.976	.972
الطول /العرض	–	–	–	–	–	–	–	1.00	-.061	-.405	-.236	-.213	-.127	.161	.142	-.387	-.395
نسبة التضرس	–	–	–	–	–	–	–	–	1.00	-.403	-.274	-.465	-.044	.482	-.051	-.281	-.309
التكامل الهيبسومتري	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1.00	.656	.547	.135	-.488	.000	.981	.985
الوعورة	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1.00	.572	-.009	-.487	.022	.656	.694
الكثافة التصريفية	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1.00	.222	-.885	-.175	.486	.500
تكرار المجاري	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1.00	-.255	-.439	.131	.138
بقاء المجاري	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1.00	.241	-.424	-.435
نسبة التشعب	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1.00	.020	.006
أطوال المجاري	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1.00	.996
أعداد المجاري	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1.00

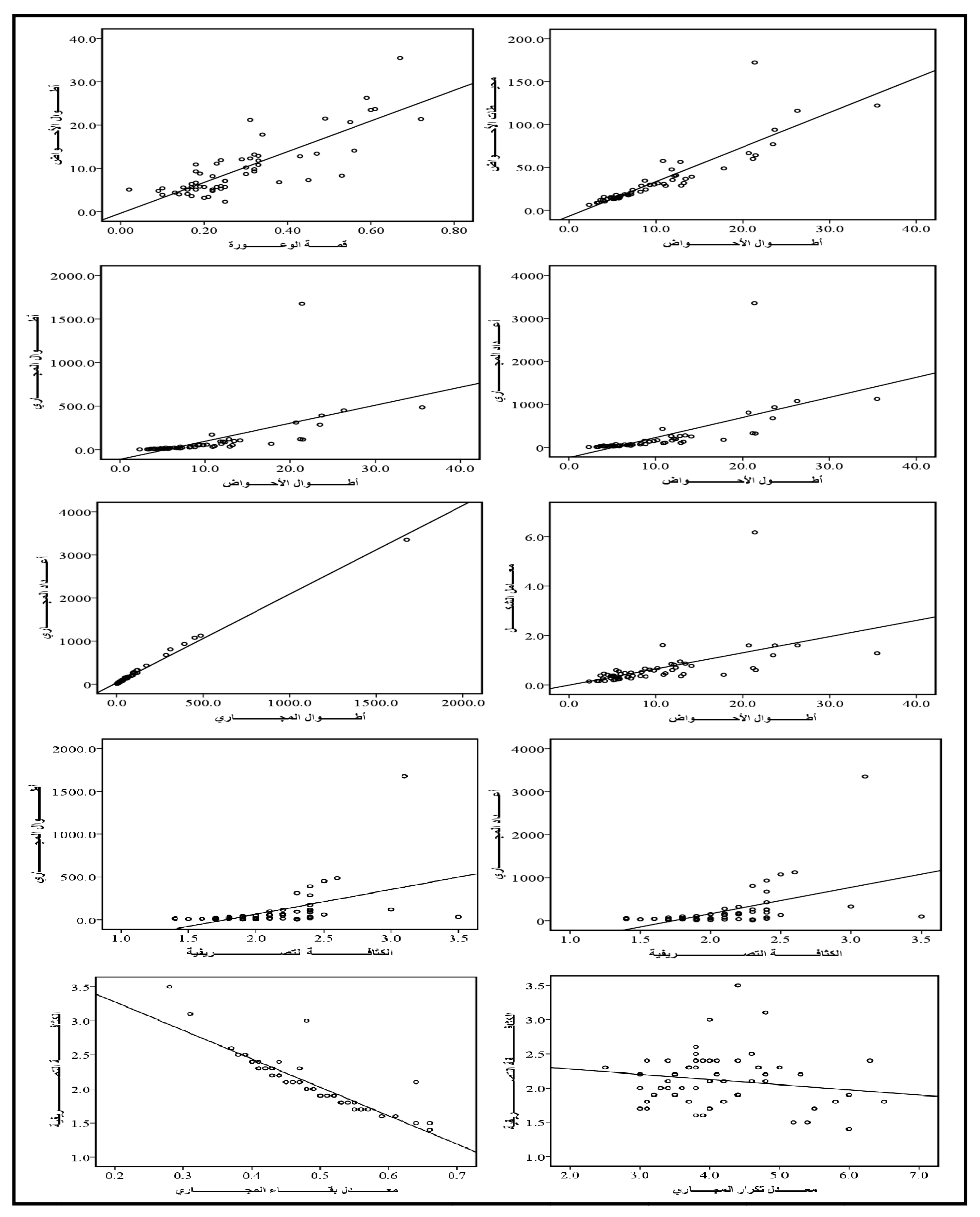
المصدر: إعد د الطالب بناء على قياسات وتحليل خصائص الأحواض الشكلية والتضاريسية وشبكات التصريف، بأستخدم برنامج SPSS.18 .

شكل (3 ــ 22) العلاقات الارتباطيه بين خصائص أحواض التصريف وشبكاتها



المصدر: إعداد الطالب اعتمادا على بيانات الجدول (3 ــ 18) باستخدام برنامج SPPSS .18.

تابع شكل (3 ــ 22) العلاقات الارتباطيه بين خصائص أحواض التصريف وشبكاتها



المصدر: إعداد الطالب اعتمادا على بيانات الجدول (3 ــ 18) باستخدام برنامج SPPSS .18.

خامسا : قطاعات الأودية:

تهدف دراسة قطاعات الأودية إلى التعرف على الخصائص الانحدارية للقطاعات وأهم الظاهرات المرتبطة بها، وفي تحديد دور العمليات الجيومورفولوجية التي تمارسها المياه الجارية سواء كانت عمليات نحت أو نقل أو إرساب وتأثيرها على شكل قطاعات الأودية والمرحلة الجيومورفولوجية التي وصلت إليها الأحواض من دورتها التحاتية، وتم الاستفادة من نموذج الارتفاعات الرقمية DEM في رسم قطاعات طولية للأودية وذلك باستخدام برنامج (Global mapper.11).

1 ـ القطاعات الطولية للأودية:

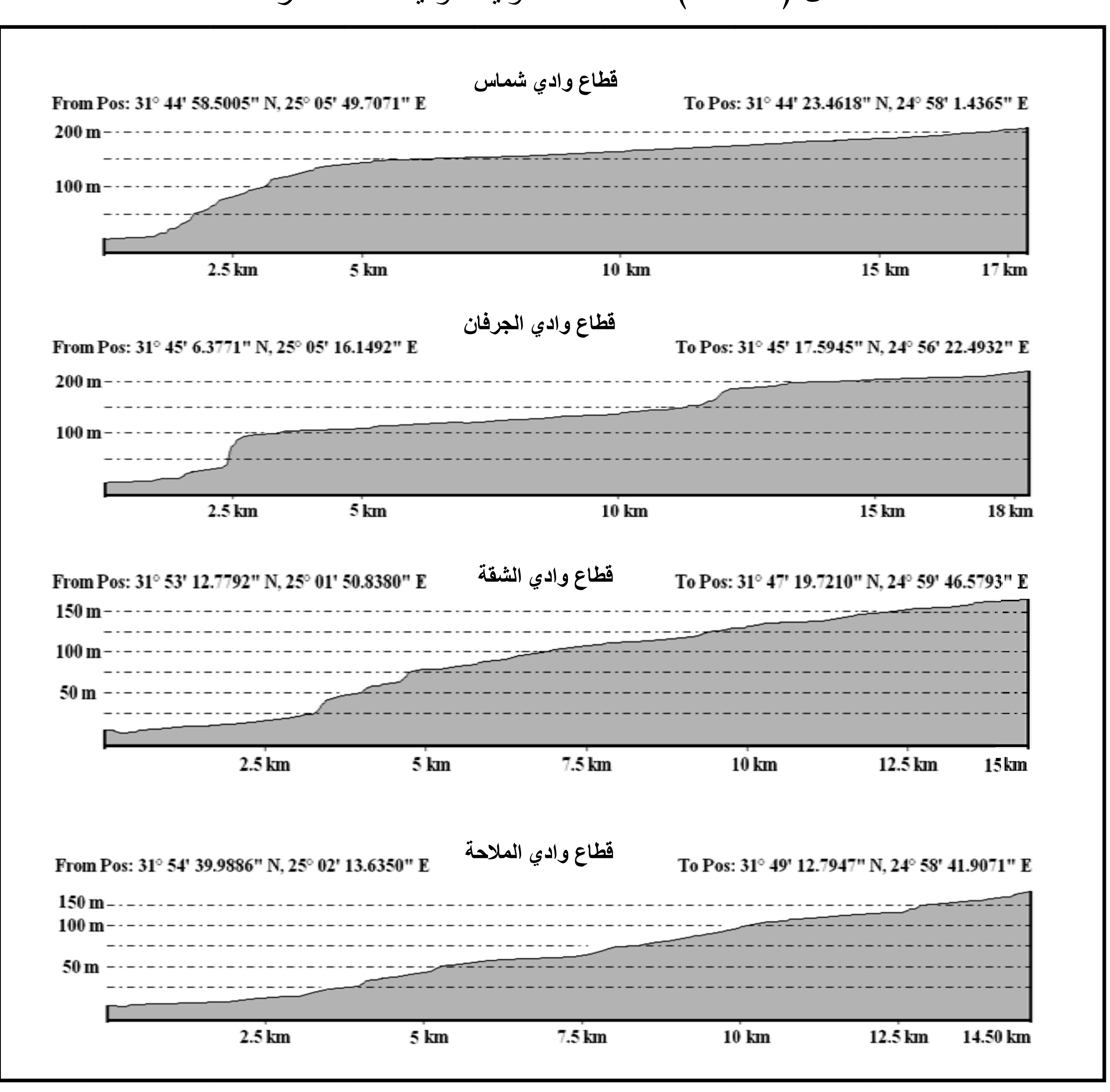
تهدف دراسة القطاعات الطولية للأودية إلى إبراز أثر الاختلافات اللثيولوجية للتكوينات الصخرية على الأودية، التي تظهر على طول القطاعات الطولية في صورة عدم انتظامها في الانحدار بشكل عام مما يفيد في معرفة المرحلة التحاتية التي وصلت إليه الأودية ودرجة تطورها، ومن خلال (شكل 3 ــ 23) يمكن أبراز أهم السمات العامة والخصائص الشكلية التي تتسم بها القطاعات الطولية للأودية بمنطقة الدراسة بشكل عام في **الآتي:**

- تظهر معظم القطاعات الطولية للأودية مقعرة بشكل عام إلى أعلي، ولكن درجة التقعر تتفاوت من وادي إلى آخر، حيث تضم بعض القطاعات أجزاء محدبة، وتنخفض درجة الانحدار بشكل عام على طول القطاعات الطولية للأودية من المنبع حتى المصب وتبدأ الأجزاء العليا من قطاعات الأودية بانحدرات تصل إلى 15 ْ درجة، ثم تتناقص باتجاه المصب وتصل إلى 2 ْ درجة، وتظهر الأجزاء الوسطى من الأودية غير منتظمة نتيجة لوجود العديد من نقاط تغير في الانحدار كما في أودية المعترض وشماس والجرفان ورزق والشقة والزيتون.
- تنتشر على طول القطاعات الطولية للأودية بمنطقة الدراسة العديد من نقاط تغير الانحدار، وهي من أهم مظاهر عدم انتظام القطاعات الطولية للأودية، وهي مناطق يتغير فيها الانحدار بصورة فجائية نتيجة عبور الأودية تكوينات جيولوجية تختلف في خصائصها اللثيولوجية، أو تعرضها لعمليات تصدع تؤدي إلى تغير في مستوي القاعدة، حيث تنشط عمليات النحت المائية الرأسية وتبدو الطبقات الصخرية الصلبة علي هيئة مساقط مائية ذات جبهات شديدة الانحدار، ومن خلال الدراسة الميدانية تم رصد العديد من نقاط تغير الانحدار على طول قطاعات أودية الزيتون وبوخطيطة والجرفان وشماس والمعترض ورأس بياض ورؤوس الكباش، وتتراوح ارتفاعاتها مابين 0.75 ــــ 25 متر

وبدرجة انحدار تتراوح مابين 25ْ ــ 90ْ درجة، كما يرتبط بأغلب نقاط تغيــر الانحــدار ظاهرة حفر الغطس.

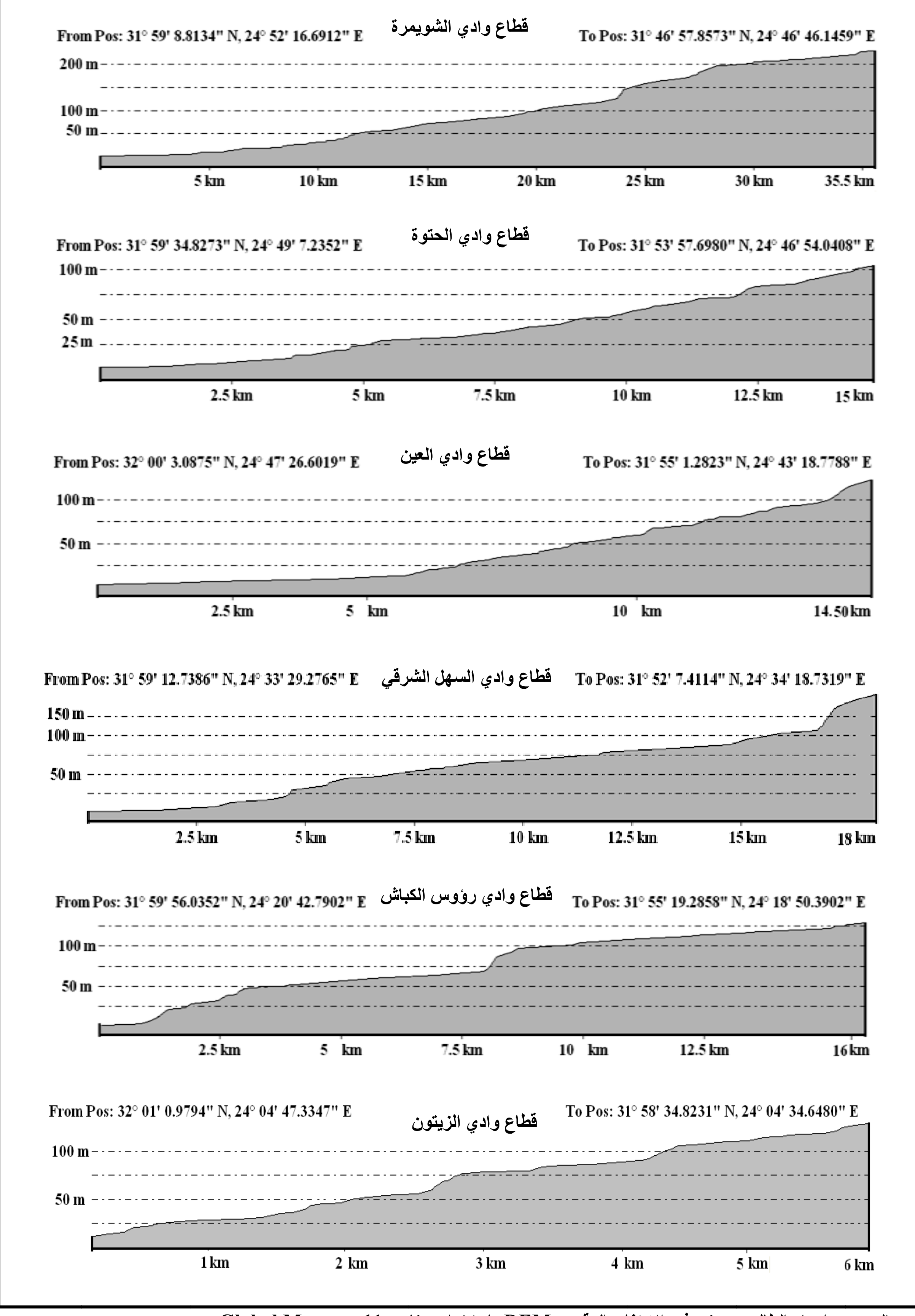
- تغطي أغلب بطون الأودية على طول قطاعاتها الطولية كميات كبيــرة مــن الرواســب وتتمثل في الكتل الصخرية الكبيرة والحصى والجلاميد والطين والرمال وتتســم أغلبهــا بالخشونة، ويختلف سمكها من وادي إلى آخر ومن قطاع إلى آخر في نفس الوادي .
- تنتهي أغلب مصبات الأودية عند مخارجها بمصبات خليجية باستثناء أودية منطقة العقيلة التي تشكل مروج ملتحمة على طول مخارج أودية رؤوس الكبــاش والعقيلــة والكوفيــة والفكريات مكونة سهل البجاده أو البهاده.

شكل (3 ــ 23) القطاعات الطولية لأودية منطقة الدراسة



المصدر: إعداد الطالب من نموذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام برنامج Global Mapper. 11.

تابع شكل (3 ــ 23) القطاعات الطولية لأودية منطقة الدراسة



المصدر: إعداد الطالب من نموذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام برنامج Global Mapper. 11.

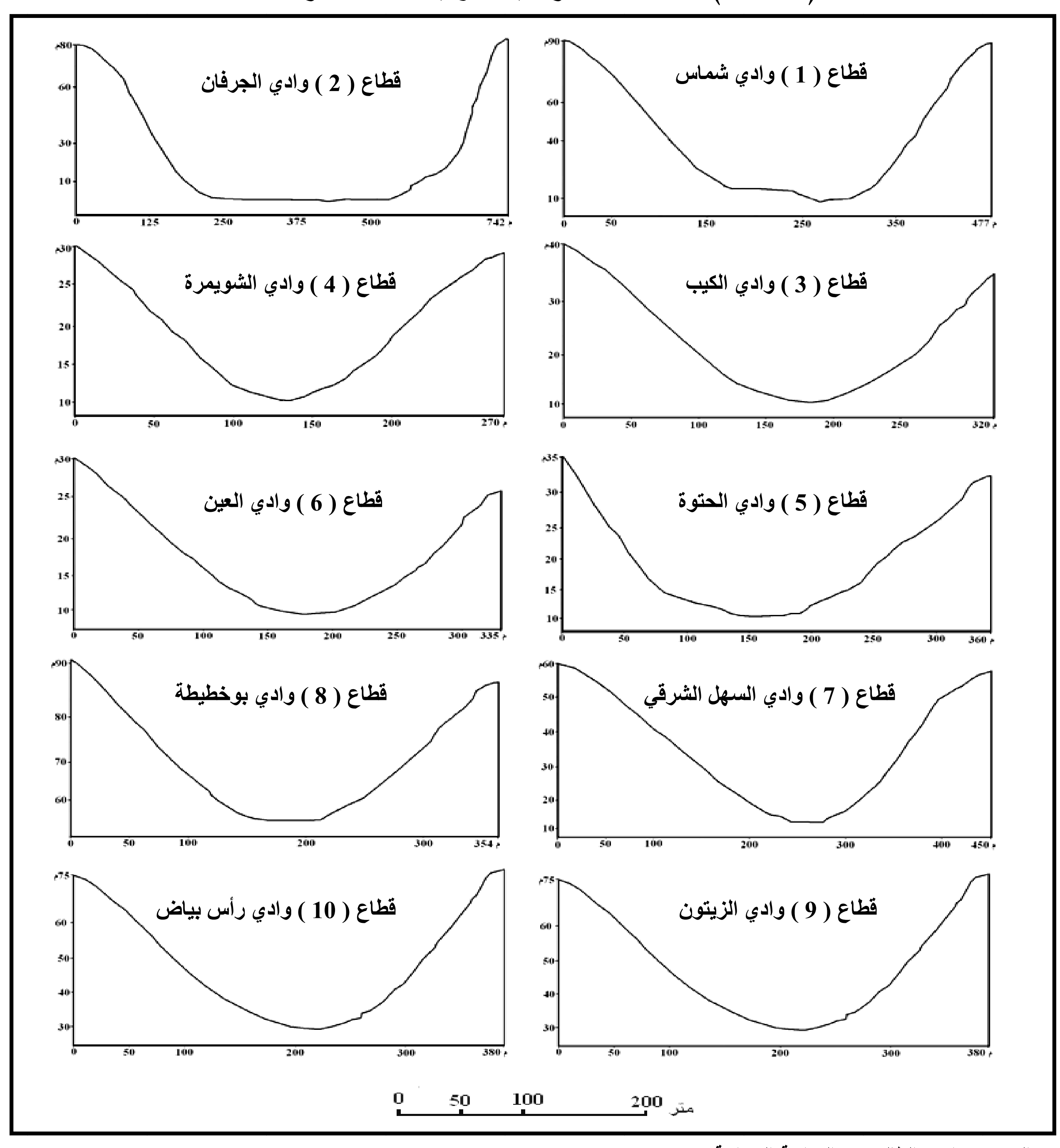
2 ـ القطاعات العرضية للأودية:

تهدف دراسة القطاعات العرضية للأودية في التعرف على المراحل التي وصلت إليها مجاري الأودية من دورتها التحاتية، وأثر الاختلافات الليثيولوجية للصخور والتغيرات المناخية الماضية على القطاعات العرضية، وتم رسم 10 قطاعات عرضية بلغ مجموع أطوالها 4071 متر (شكل 3 ــ 24) وسوف نتناول في الفصول التالية(فى الفصل التالى) الخصائص تلك القطاعات وما يتكون عليها من أشكالا جيومورفولوجية دقيقة، ومن خلال تحليل القطاعات العرضية للأودية يمكن عرض الخصائص الشكلية التي تتسم بها القطاعات بشكل عام في **الآتي:**

- تأخذ أغلب القطاعات العرضية للأودية أشكالا تتراوح مابين حرف V ذو الجوانب شديدة الانحدار خاصة في القطاعات العليا والوسطي من الأودية، ويمثلها قطاعات أودية الشويمرة والزيتون وبوخطيطة ورأس بياض (4 و 8 و 9 و 10)، وبين حرف U المستوي القاع الذي يميز أغلب قطاعات الأودية في الأجزاء الدنيا، التي تتميز باستواء والاتساع وانخفاض درجة انحدارها وتتمثل في قطاعات أودية الكيب والعين والحتوة، وهذا يدل على أن جوانب الأودية في عملية تراجع متوازية.
- تتسم معظم جوانب الأودية خاصة شديدة الانحدار بتقاطعها بالعديد من المسيلات المائية التي تقوم بنقل كميات كبيرة من المفتتات الصخرية الناتجة عن عملية التجوية وترسبها عند حضيض المنحدرات مكونة ما يعرف بمخاريط الهشيم وركام الهشيم، ومن أكثر المخاريط وضوحا تلك التي تكونت أسفل قطاعات جوانب أودية الزيتون وبوخطيطة والطينية بمنطقة باب الزيتون.
- تنشط على طول القطاعات العرضية للأودية آثار التجوية الكيميائية والإذابة الكارستية والتجوية الميكانيكية نتيجة انتشار الشقوق والفواصل الصخرية، ولاسيما أن صخور المنطقة من الصخور الجيرية التي تكون أكثر استجابة لعمليات التكربن، وهذه العملية هي المسؤولة عن انتشار الحفر والتجاويف على طول امتداد حافات جوانب الأودية، وتتباين أبعاد الحفر مابين سنتيمترات إلى أكثر من 2 متر، وسوف يتم دراسة أشكال التجوية في الفصل التالي.
- تعد المصاطب الرسوبية من أهم الظاهرات الجيومورفولوجية التي تميز القطاعات العرضية للأودية، وهي نتيجة تعاقب فترات مطيرة وآخري جافة، حيث قامت الأودية بنحت مجاريها خلال الفترات المطيرة السابقة ثم عادت بردم الأجزاء التي نحتتها خلال فترات الجفاف، ثم عادت فنحتتها من جديد، وقد تبين ذلك من خلال ظهور المصاطب

على جوانب معظم مجاري الأودية والتي يقتصر ظهورها في الأجزاء الدنيا والوسطي من الأودية، وقد أمكن التعرف خلال الدراسة الميدانية علي مستويات للمصاطب في بطـــون الأودية ويغلب عليها عدم التناظر إلا في أجزاء محدودة من الأودية خاصة فـــي الثنيـــات المحدبة، واختفت المصاطب في الأجزاء العليا من الأودية والجوانب المقعرة، كما تعطي المصاطب فكرة عن تطور الأودية، ويمكن من خلاها تتبع مراحل النحت والإرساب التي تعرضت لها الأودية، وسوف يتم دراسة المصاطب في الفصل الخامس.

شكل (3 ــ 24) القطاعات العرضية للأودية بمنطقة الدراسة



المصدر : إعدد الطالب من الدراسة الميدانية

الخلاصة:

من دراسة أحواض وشبكات التصريف بمنطقة الدراسة يتضح **مايلي:**

- تعد أحواض التصريف من أهم المظاهر الجيومورفولوجية في تشكل منطقة الدراسة، وتضم المنطقة 58 حوضا بلغت مساحتها حوالي 2228 كم^2 بنسبة 40% من جملة مساحة المنطقة إضافة إلى أكثر من 100 وادي تظهر كأحواض من الرتبة الأولي والثانية ولايتعدى طولها 200 متر، وتتفاوت مساحة الأحواض مابين 1.30 ــ 60.4 كم^2، وتعد المساحة الحوضية من أهم المعاملات المورفومترية فمع زيادة المساحة الحوضية تزداد أعداد المجاري وأطوالها إضافة إلى زيادة كثافة التصريف، وقد انعكس تأثير البنية والتراكيب الجيولوجية والظروف المناخية ودرجة انحدار السطح على أبعاد ومساحة الأحواض، مما جعلها قصيرة وسريعة الجريان وذات جوانب شديدة الانحدار وبالتالي ظهرت كأحواض صغيره في المساحة.
- من خلال دراسة الخصائص الشكلية للأحواض والتي تتمثل في معدل الاستطالة والاستدارة ومعامل شكل الحوض ونسبة الطول إلى العرض الحوضي، تميل أحواض التصريف بمنطقة الدراسة للاستطالة بمتوسط معدل استطالة قدرة 0.38، وهي بعيدة عن الاستدارة بمتوسط معدل استدارة 0.31، في حين دل معامل الشكل على أن أحواض التصريف بالمنطقة متوسطة الانتظام وسجلت نسبة الطول والعرض الحوضي زيادة الطول الحوضي على حساب عرضه بمتوسط قدرة 2.3.
- تشير الخصائص التضاريسية للأحواض، أن نسبة التضرس بأحواض التصريف بلغت متوسط قدرة 16.3كم/كم^2، وتتراوح مابين 7.1 ــ 47.3 كم/كم^2، وتعتبر هذه النسبة من المعدلات المنخفضة، وارتبطت نسبة التضرس المرتفعة بالأحواض صغيرة المساحة وقصيرة الطول والتي تتسم بشدة انحدارها، وبلغ متوسط التكامل الهيبسومتري للأحواض 0.21 وتراوحت قيمه مابين 0.01 ــ 2.2 ، وتتباين قيم التكامل الهيبسومتري للأحواض نتيجة لكبر مساحة بعض الأحواض وانخفاض تضاريسها، إضافة إلى أنها قطعت شوطا كبيرا في دورتها التحاتية، أما الأحواض صغيرة المساحة جاءت قيمة تكاملها منخفضة وهذا يدل على أنها مازالت في مرحلة مبكرة من دورتها التحاتية.
- جميع أحواض التصريف سجلت قيم وعورة منخفضة وذات معدلات تضرس منخفضة، وتراوحت قيم الوعورة مابين 0.02 ــ 0.72 بمتوسط قدرة 0.29 ولم تتجاوز الوعورة لجميع الأحواض الواحد الصحيح، وبلغ متوسط معدل النسيج الحوضي حوالي 4.2 أي أن أحواض التصريف بمنطقة الدراسة من الأحواض متوسطة النسيج.

- من دراسة الخصائص المورفومترية لشبكات التصريف المائي بمنطقة الدراسة، يتبين أن بعض شبكات تصريف أحواض الأودية وصلت إلى الرتبة السادسة وتمثلت في 6 أحوض في حين وصل 11 حوضا إلى الرتبة الخامسة، وسجل 41 حوضا مابين الرتبة الرابعة والثالثة، وبلغ عدد المجاري بأحواض الأودية 13765 مجري، استحوذت الرتبة الأولي منها علي 10195مجري بنسبة 74% من جملة أعداد المجاري، وبلغ مجموع أطوالها 3456.8كم بنسبة 52% من إجمالي مجموع أطوال المجاري، وبلغ متوسط نسبة التشعب لأحواض الأودية 4.1، وتتراوح نسب التشعب للأحواض مابين 2.5 ــ 6.5، وظهرت نسبة التشعب مرتفعة في الرتبة الأولي والثانية وبلغت 4.5 و 4.4، وذلك ناتج عن جريانها بالقرب من خطوط تقسيم المياه وعلى المنحدرات الشديدة.
- سجلت أغلب أحواض الأودية كثافة تصريف منخفضة، وتراوحت مابين 2.2ــ 4.0كم/كم^2 بمتوسط عام يبلغ 2.8 كم/كم^2، ويرجع انخفاضها إلى أثر التكوينات الجيولوجية ومعدلات التضرس وقلة انحدار السطح الذي انعكس بدوره على انخفاض كثافة التصريف، في حين سجلت أغلب الأحواض معدلات تكرار منخفضة.
- يعتبر النمط الشجري هو النمط السائد والأكثر انتشارا في أحواض التصريف بالمنطقة، وتوجد بعض الاختلافات داخل هذا النمط نتيجة للاختلافات اللثيولوجية للصخور، حيث تظهر علية صفة التوازي في بعض المناطق، كما تظهر بعض الروافد بشكل أنماط ريشيه،
- من خلال تحليل العلاقات الارتباطية بين خصائص الأحواض وشبكاتها بمنطقة الدراسة لوحظ وجود علاقات ارتباط موجبة وقوية مابين مساحة الأحواض وكل من أطوالها وعرضها ومحيطاتها وأطوال وأعداد مجاريها، وأن الأحواض تميل إلى الاستطالة وتتسم محيطاتها بالتعرج في معظم أجزائها نتيجة للاختلافات اللثيولوجية للصخور.
- تتميز أغلب القطاعات الطولية للأودية بانتظام درجة انحدارها وتغلب عليها صفة التقعر الخفيفة في أجزائها العليا، وعدم انتظامها في الأجزاء الوسطي من الأودية نتيجة لوجود العديد من نقاط تغير في الانحدار، وتعد المصاطب الرسوبية من أهم المظاهر الجيومورفولوجية المرتبطة بالقطاعات العرضية للأودية.
- من دراسة خصائص أحواض وشبكات التصريف للأودية، يتبين أنها تشكلت نتيجة تضافر العديد من العوامل الطبيعية والتي أهمها، الخصائص الجيولوجية ونوع المناخ وطبيعة انحدار سطح الأرض، والتي انعكس تأثيرها على بقية الاشكال الجيومورفولوجية التي تحتويها منطقة الدراسة، وهذا ما سيتم ملاحظته في الفصل التالي.

الفصــــــل الرابع

الأشكال الناتجة عن التجوية وحركة المواد على المنحدرات

مقــدمة

أولا : الأشكال الناتجة عن عمليات التجوية

ثانيا : حركة المواد على المنحدرات

ثالثا : خصائص المنحدرات

الفصــل الرابع

الأشكال الناتجة عن التجوية وحركة المواد على المنحدرات

مقــدمة:

تلعب التجوية دورا مهما في الدراسات الجيومورفولوجية، وذلك من خلال ما تقوم به فـي تشكيل سطح الأرض، حيث تقوم بتفكيك الصـخور وتحليلهـا وتهيئتهـا للنقـل إلـى أسـفل المنحدرات بتأثير الجاذبية الارضية وإعادة ترسيبها، كما تعمل التجـوية على تكوين بعـض الظاهرات الجيومورفولوجية على منحدرات الهضبة وجوانـب الأوديـة، وتنشـط التجويـة الميكانيكية نتيجة للتفاوت الحراري اليومي والسنوي، ويصل المدى الحـراري فـي منطقـة الدراسة إلى أكثر من 8.4ْ درجة مئوية، وتؤدي هذه العملية إلى تفكك الصخور وفصـلها عـن بعض ثم سقوطها حسب شدة الانحدار.

وتنشط التجـوية الكيميائية على طول أسطح الفواصل والشـقوق، وتعمـل علـى إذابـة الصخور الجيرية الغنية بالمواد الكلسية والمارلية، وبتكرار العملية يحدث لها تقويض سفلي ثم انهيار الطبقات العلوية.

أولاً ــ الأشكال الناتجة عن عمليات التجوية :

عملية التجـوية هي عمليات متداخلة فيما بينها وبين عمليات النحت، مما ينتج عنها العديـد من الأشكال الجيومورفولوجية على منحدرات الهضبة وجوانب الأوديـة وواجهـة الجـروف البحرية، وسوف يتم تناول الأشكال الناتجة عن التجـوية الكيميائية ثم الأشكال الناتجـة عـن التجـوية الميكانيكية على النحو **الآتي:**

1 ــ الأشكال الناتجة عن عمليات التجوية الكيميائية:

تلعب التجـوية الكيميائية دورا هاما في تشكيل عدد من أشكال السطح ، ويرجع ذلك إلـى أن الصخور الجيرية بأنواعها المختلفة هي المكون الرئيسي لصخور المنطقة، وهي تعد الأكثر استجابة للعمليات الكيميائية خاصة عمليات التكربن، ومن أبرز عمليات التجـــوية الكيميائيـة في منطقة الدراسة **مايلي:**

1ـ1 ــ حفر التجــوية: Weathering Pits

تظهر حفر التجـوية على الصخور المكشوفة على حافـات المنحـدرات المكونـة مـن الصخور الجيرية في مختلف أرجاء منطقة الدراسة، وعادة ما تـرتبط بالشـقوق والفواصـل ومناطق الضعف الصخري (حسن رمضان سلامة، 1982، ص29)، حيـث تـؤدي المـواد المذابة في المياه المتسربة عبر الشقوق والفواصل إلى إذابة المواد اللاحمـة، ومـع ارتفـاع درجات الحرارة تصعد هذه المواد المذابة في المياه إلى السطح بفعـل الخاصـية الشـعرية،

فتتبخر المياه وتبقى المواد المرسبة فوق السطح على شكل قشور دقيقة لتكون الورنيش الصحراوي خاصة على حافات الأودية و واجهات الجروف المواجهة للرياح والقريب من البحر لتوفر الرطوبة، كما في حافات الأودية بمنطقة باب الزيتون ومنطقة البردية (شكل 4 ــ 1)، حيث تم رصد حفر تتراوح أقطارها بين 0.5 ــ 25 سم، وبأعماق تتراوح مابين 0.5 ــ 7سم، وهي تنتشر بشكل رأسي وأفقي بكثافة على الصخور الجيرية (شكل 4 ــ 2)، كما تلعب مياه الأمطار المتساقطة والأملاح المذابة في مياه البحر والتي تتسرب عبر الشقوق والفواصل دورا في التأثير على واجهات الجروف البحرية في المنطقة، حيث تعمل على إذابة بعض أجزاء واجهات الجروف، وتكون ظاهرة حفر التافوني وأقراص خلايا النحل، وهي ذات انتشار واسع على طول واجهات حافات الأودية والجروف البحرية بالمنطقة.



شكل (4 ــ 1) نواتج تجوية تظهر على أحد الكتل الصخرية بمنطقة باب الزيتون



شكل (4 ــ 2) أثر التجوية الكيميائية في تكوين الحفر علي واجهات حافات أودية منطقة باب الزيتون

1 ــ1 ــ1 ــ حفر التافوني – تكهفات التجوية: Taffonis

حفر التافوني عبارة عن وتجاويف وفتحات صغيرة تظهر على الصخور الجيرية بفعل التجوية الكيميائية، وعادة ما ترتبط بنظام الشقوق والفواصل، وهي حفر يغلب عليها الشكل الدائري والبيضاوي، حيث تتحلل الصخور عند الفواصل بفعل المياه وتذيب المادة اللاحمة، فتكون حفرا تتوفر بها الرطوبة وتنشط بها عمليات التجوية (Nabil Embabi. 2004. p.235).

تنتشر حفر التافوني على الصخور الجيرية بمنطقة الدراسة والتي تكونت بفعل التجوية الكيميائية، وهي أكثر وضوحا على المنحدرات وحافات الأودية التي تكون مواجهة الرياح،

فقد تم رصد مجموعات كبيرة منها أثناء الدراسة الميدانية في كل من منطقــة بــاب الزيتــون ومنطقة البردية ومنطقة العقلية، (شكل 4 ــ 3 و4 ــ 4)، وتم قياس أبعاد 15 حفرة تــافوني ووجد أنها تتفاوت في أبعادها بين الطول والعرض والعمق جدول (4 ـ 1)، ونتيجــة لنشــاط التجوية الكيميائية داخل الحفر قد تتجمع عدة حفرة لتكون حفرة واحدة كبيرة، مثل التي ظهرت على الحافات الشرقية لحوض وادي الخبطة وحوض وادي الحتوة، وحوض وادي الجرفان،

جدول (4 ــ 1) الخصائص المورفومترية لحفر التافوني

الرقم	الموقع	الطول م	العرض م	العمق م
1	حافات وادي بوخطيطة	1.30	1.10	1
2	حافات وادي بوخطيطة	1.15	1.70	1.20
3	حافات وادي الزيتون	0.55	0.75	0.43
4	حافات وادي الزيتون	0.75	0.92	0.65
5	حافات وادي الزيتون	1.10	0.97	0.85
6	حافات وادي العدسة	0.95	1.30	1
7	حافات وادي العقيلة	0.87	1	0.55
8	حافات وادي الكويفة	0.63	0.86	0.37
9	حافات وادي الحتوة	1.70	3.40	1.75
10	حافات وادي الكيب	0.55	0.43	0.45
11	حافات قصر الجدي	0.98	1.15	0.60
12	حافات قصر الجدي	0.86	0.95	0.55
13	حافات وادي الجرفان	1.10	1.35	0.97
14	حافات وادي الجرفان	0.45	0.71	0.40
15	حافات وادي الجرفان	2.55	4.30	1.30
المتوسط	ــــــــ	1.05	1.3	0.70

المصدر :أعدد الطالب من الدراسة الميــــدانية

شكل (4 - 3) حفر تافوني بالحافة الشرقية لحوض وادي الجرفان بمنطقة البردية



شكل(4 - 4) حفر تافوني علي حافات وادي بوخطيطة بمنطقة باب الزيتون



1ـ1ـ 2 ـ خلايا النحل: Honey Comb

هي عبارة عن ثقوب وفجوات صغيرة متجاورة تظهر على الصخور الجيرية والرملية (تكوين اجدابيا) وفي بعض المنحدرات وحافات الأودية وتتميز بأنها أصغر حجمنا من حفر التافوني، وهي من نواتج التجوية الكيميائية، وهي تبدو في شكل فجوات دائرية أو بيضاوية الشكل تشبه أقراص خلايا النحل، وترجع في نشأتها إلى فعل الإذابة لتوفر نقاط ضعف أو التباين في تآكل الصخور، حيث تعمل المياه على إذابة نقاط الضعف الصخري فتكون فجوات صغيرة (شكل 4 ـ 5)، وتم رصد هذه الظاهرة أثناء الدراسة الميدانية، حيث لوحظ انتشارها بالحافات الغربية لحوض وادي الزيتون والحافات الغربية لحوض وادي بوخطيطة وحافات أودية منطقة البردية في وادي الجرفان وشماس، إضافة إلى انتشارها على الصخور الرملية لتكوين اجدابيا في كل من منطقة زاوية أم ركبة ومنطقة جنزور(شكل 4 ـ 6)، حيث نلاحظ آثار التجوية الملحية في توسيع هذه الحفر، وتتراوح أحجام الحفر ما بين1 ـ 7 سم، وتساعد التجوية في توسعة أحجام هذه الحفر، إضافة إلى دور البري بواسطة الرياح عن طريق الدوامات الهوائية المحملة بالمفتتات داخل هذه الحفر والتي تساعد في زيادة توسيعها، كما تساهم الشقوق والفواصل الموجودة في الصخر في تكوين فجوات كبيرة تمثل نقاط ضعف تنشط عندها عملية الإذابة.



شكل (4 - 5) أثر التجوية في تكوين خلايا النحل على الصخور الجيرية بوادي الزيتون



شكل (4 - 6) أثر التجوية في تكوين خلايا النحل على الصخور الرملية في منطقة أم ركبة

1ـ2 ـ الأشكال الكارستية: Karst Forms

تتعدد وتتنوع أشكال الكارست بين أشكال سطحية صغيرة مثل الحفر الغائرة والكهوف والحزوز الجيرية والمنخفضات، وأشكال كبيرة مثل الأودية الباطنية العمياء والكهوف تحت أرضية وما يرتبط بها من أشكال جيومورفولوجية مثل الصواعد والهوابط، وتنشأ الأشكال

الكارستية في الصخور الجيرية التي تكثر فيها الشقوق والفواصل التي تتسع مع مرور الوقت بفعل عملية الإذابة (Nabil Embabi, 2004, p.13) وبفعل المياه ومياه الأمطار (محمـــود محمد عاشور، 1989، ص26) وتوجد بعض الأشكال الكارستية الصغيرة والدقيقـــة بمنطقـــة الدراسة وتقتصر على الأشكال **التالية**:

1 ـ2 ـ1 ـ الكهوف الكارستية: Karst caves

هي عبارة عن فجوات وممرات متعمقة في الصخور الجيرية تمتد تحـــت ســـطح الأرض، ويساعد على تكوينها وامتدادها وجود مناطق ضعف متمثله في الشقوق والفواصل مع وجـــود طبقات من الصخور وسط طبقات صلبة (محمد صبري محسوب، 1997، ص254)، وتؤدي المياه المتسربة إلى باطن الأرض إلى تآكلها ثم اتساعها، إضافة ما تساهم به عمليات التجويـــة الكيميائية في نشأه الكهوف (محمود عاشور، 2004، ص393).

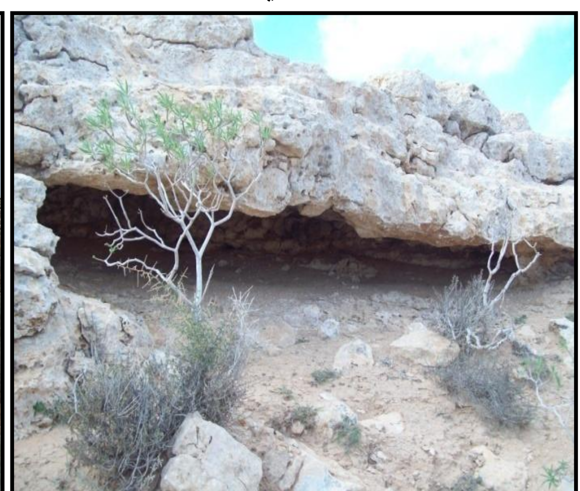
تعد الكهوف من أشهر الظاهرات الكارستية التـــي تتشـــكل علـــى الواجهـــات الصـــخرية والتشققات والفواصل العمودية، ويكثر انتشارها على الصخور الجيرية نتيجة لكثـــرة الشـــقوق والفواصل وظهور طبقات أقل صلابة تنشط خلالها عملية الإذابة عند تـــوفر الرطوبـــة فـــي طبقات الحجر الجيري ومع استمرار الإذابة تنشأ الكهوف التي تأخذ في الاتساع لاسيما عبـــر مواضع الضعف الصخري، وخلال الدراسة الميدانية تم رصد مجموعة من الكهوف والفجوات المختلفة في الصخور الجيرية التي يكثر انتشارها في المنطقة الساحلية في منـــاطق الجـــروف البحرية (راجع الفصل الثاني)، إضافة إلى انتشارها على الحافات الصدعية وحافات مجـــاري الأودية، وتم قياس أبعاد 5 كهوف داخلية بالمنطقة يوضحها الجدول (4 ــ 2).

جدول (4 ــ 2) الخصائص العامة للكهوف (متر)

الرقم	الموقع	الارتفاع	العرض	العمق	أشكال الكهـوف من الداخل
1	حافات سقيفة الريفي	1.30	3	2.60	تكثر به الشقوق والفواصل وهو معرض للانهيار في أي وقت، وتغطي أرضيتها مفتتات صخرية صغيرة جداً ورواسب طينية.
2	حافات وادي العين	1.80	4.30	4.10	تكثر به الشقوق والفواصل وتغطي أرضيتها مفتتات صخرية ورواسب طينية وتظهر علي السقف بعض الهوابط الصغيرةً جداً.
3	وادي الزيتون	1.65	3.20	3.50	تنمو أمام مدخله مجموعة من نبات الرمث والحلبلب وتكثر به الشقوق والفواصل و معرض للانهيار في بعض الأجزاء
4	وادي الزيتون	1.25	5.40	4.10	تنمو أمام مدخله مجموعة من نبات القطف وتغطي أرضيته مفتتات صخرية ورواسب طينية حملتها إليه الأمطار وتكثر به الشقوق والفواصل والفجوات الصغيرة
5	وادي الطينية	1.50	3.15	2.90	يبدو علي شكل شبه دائري من الداخل وتكثر فيه الرواسب الطينية التي جلبتها مياه الأمطار، وتكثر به الشقوق والفواصل والفجوات الصغيرة وتعرضه جزء من سقفه للانهيار

المصدر : إعدد الطالب من الدراسة الميدانية

تنتشر هذه الكهوف على المنحدرات الشرقية لوادي الخبطة والمنحدرات الغربية لوادي الزيتون والمنحدرات الشرقية لوادي الحتوة والمنحدرات الشمالية لوادي الجرفان، إضافة لانتشارها على حافات وادي اشكربة، وبعض الحافات الصدعية الطولية (شكل 4 ــ 7)، وتتميز أغلب هذه الكهوف بصغر مساحتها وبأرضية شبه مستوية بصفة عامة، وتنتشر عليه بعض الكتل الصخرية المتساقطة من الأسقف، إضافة إلى المفتتات الصغيرة جداً الناتجة من عملية الإذابة، وبوجود العديد من الشقوق والفواصل والفجوات الصغيرة، كما توجد بعض الكهوف التي سقطت أسقفها نتيجة لكثرة الشقوق والفواصل، حيث ظهرت على الحافات الغربية بوادي اشكربة بمنطقة العقيلة (شكل 4 ــ 8).



شكل (4 - 7) مدخل كهف على أحد روافد وادي الزيتون



شكل (4 - 8) أحد الكهوف المنهار سقفها بوادي اشكربة

1 ــ2 ــ2 ــ حفر الإذابة : Doline

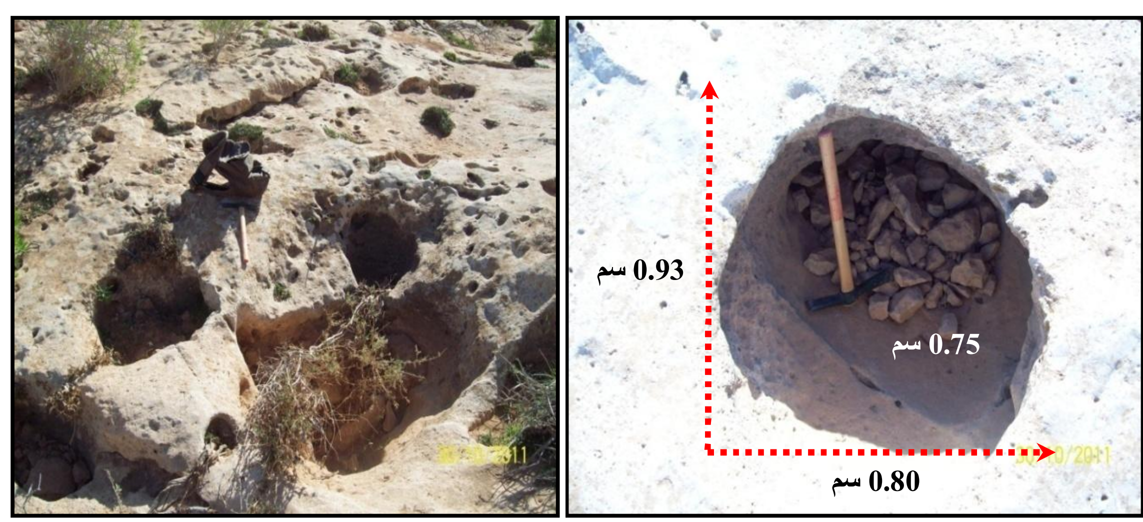
هي عبارة عن حفر وتجاويف تكونت بفعل عمليات الإذابة السطحية، وهي واسعة الانتشار في الصخور الجيرية المستوية وشبه المستوية في مناطق امتداد الشقوق والفواصل ومناطق الضعف الصخري بالمنطقة (شكل 4 ــ 9)، وتأخذ أغلب الحفر الشكل الدائري والبيضاوي، وتتراوح أقطارها مابين 3 سم ــ 2 م، ولا يتجاوز عمقها عن 1.50م وتأخذ أغلب قيعان الحفر الشكل الدائري، وتغطي قيعانها رواسب رملية وحصوية مختلطة متباينة الأحجام لا يتجاوز سمكها في الغالب 5 سم.

تؤثر الاختلاف في نسيج الصخور والتجوية الكيمائية وكمية مياه الأمطار الواصل إليها من المسيلات، بشكل كبير في توزيع الحفر، حيث تنشط عملية الإذابة في مناطق عميقة من الصخر، وتتطور من مجرد حفر صغيرة، تتصل مع بعض وتكون حفرا وتجاويف كبيرة

يصل قطرها إلى أكثر من 2 م وعمقها إلى 3.50 م (شكل 4 ــ 10)، وتم رصد هذه الحفــر أثناء الدراسة الميدانية في المجاري الرئيسية للأودية، في منطقة البرديــة بــوادي الجرفــان وشماس ومنطقة باب الزيتون بوادي الزيتون وبوخطيطة والخبطة ورأس بياض، وفي روافــد وادي رؤوس الكباش بمنطقة العقيلة.

شكل (4 - 9) حفــرة إذابة دائـرية الشكل بأحد روافـد وادي رؤوس الكباش

شكل (4 - 10) حفر إذابة نشأت بالالتحام مع الحفر المتجاورة بالمجرى الرئيسي لوادي الزيتون



1ــ 2 ــ 3 ــ شقوق الإذابة: klufkarren

تعــد شقــوق الإذابة والفواصل من مواضع الضعف الصخري التــي تنشــط بامتــدادها عملية الإذابة، حيث تنتشر في الصخور الجيرية بالمنطقة، ومناطق الضعف الصــخري التــي تمثلها الشقوق والفواصل وأسطح الطبقية، وهي تتكون نتيجة لحركة المياه خلال هذه الشقوق والفواصل ويتراوح عرض القنوات التي تشكلها المياه خلال هذه الشقوق مابين 3 ــ 25 سم ويتراوح طولها بين 0.75 ــ 8 أمتار، أما العمق الظاهر يتراوح مابين 3 ــ 20 سم، وتظهر هــذه الشقوق في شكل شبكة غير منتظمة الشــكل، تحصــر بينهــا أســطح مربعة ومستطيلة، (شكل 4 ـ 11)، وتتسم الحواف بأنها حادة في بداية النشأة، ومــع نشاط عملية الإذابة تتحول

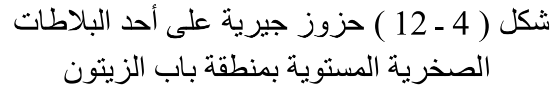


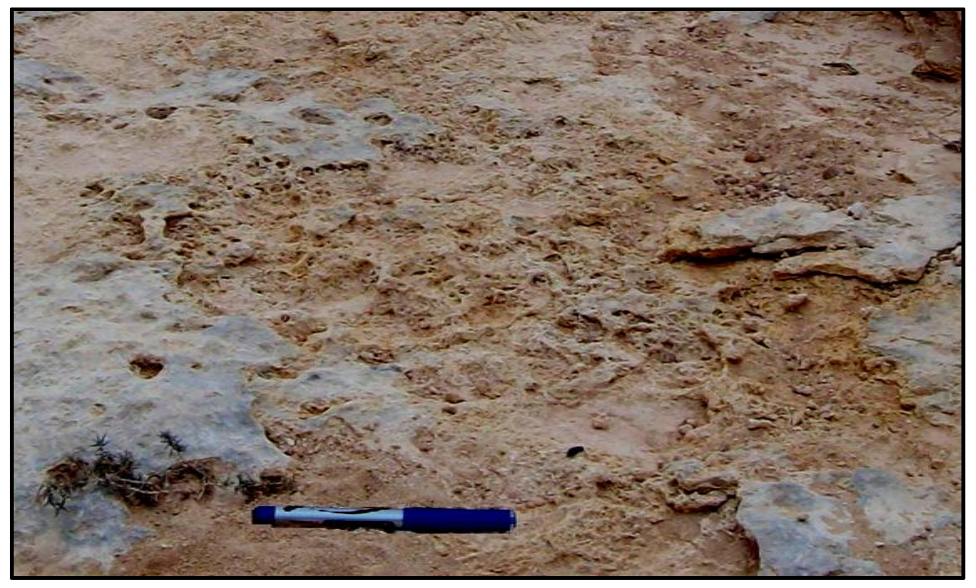
شكل (4 - 11) شقــوق إذابة على سطـح الصخور الجيرية بأحد مجاري الأوديـة بمنطقة باب الزيتون

إلى حواف دائرية وملساء، وأحياناً تأخذ شقوق الإذابة شكل التصريف الشجري حيث تنحـــدر قنواتها في اتجاه ميل الطبقات الصخرية، وتتميز هذه الشقوق بوجود كميـــات مـــن الإرســـاب داخلها خاصة الرمال المفتتات الصخرية، وتنمو فـــي بعـــض الأحيـــان داخلهـــا الأعشـــاب والحشائش.

1ـ 2 ـ4 ـ الحزوز الجيرية: Lapies

يظهر التشرشر الجيري على الأسطح الصخرية الجيرية شـــبه المســـتوية والمســـتوية، حيث تعمل الأمطار التي تتسرب عبر الشقوق والفواصل على إذابتها، حتى تتحول إلى حفـــر صغيرة طولية وبيضاوية ووعرة ومشرشرة وذات حواف حادة وبارزة تعرف باسم الحـــزوز، (شكل 4 ـــ 12)، وأهم ما يميزها هو صغر حجمها الذي يتراوح ما بين المليمترات إلي 20 سم ولا يزيد عمقها عن 10سم، ويرتبط تطور الحزوز الجيرية بعدة عوامل أهمها الخصائص اللثيولوجية للصخور الجيرية، حيث إن معدل الإذابة يعتمد بدرجة كبيرة علـــى العمـــق الـــذي تستطيع المياه الوصول إليه عبر الشقوق والفواصل، وطبيعة التفاعل الكيمائي بين الصـــخور الجيرية والماء، ودرجة ميل الطبقات الصخرية المكشـــوفة، إضـــافة إلـــى الغطـــاء النبـــاتي والمناخ وعامل الزمن، وتختلف الحزوز الجيرية في طبيعة امتدادها حســـب طبيعـــة امتـــداد مناطق الضعف الصخري المنتشرة بها، وعادة ما تكون عشوائية الامتـــداد، وتـــم ملاحظتهـــا أثناء الدراسة الميدانية علي أحد البلاطات الصخرية المستوية بمنطقة باب الزيتون إضافة إلى انتشارها على المصاطب الصخرية بالمنطقة الساحلية.


شكل (4 - 12) حزوز جيرية على أحد البلاطات
الصخرية المستوية بمنطقة باب الزيتون



1ـ 2 ـ 5 ـ القشرات الجيرية الصلبة: Duri crusts

هي عبارة عن أسطح مستوية وشبه مستوية تتكون من الصخور الجيري، تكون على شكل أسطح متصلة تغطي سطح الحافات، وتتكون بفعل التجوية الكيميائية نتيجة تفاعل الرطوبة مع معادن الصخور خاصة كربونات الكالسيوم التي تشكل نسبة كبيرة منها في تركيب الصخور الجيرية (محمود محمد عاشور، 1979، ص 46، 67)، ومن خلال الدراسة الميدانية، تم ملاحظة قشرات جيرية تمتد على أغلب أسطح حافات الأودية، وتكون أكثر وضوحاً على الحافات الصدعية بالعدم والقعرة وكمبوت وبئر الأشهب، وتبدو على شكل قشرات بيضاء إلى بنية اللون، تكثر فيها الشقوق والفواصل التي تقطعها إلى كتل تتراوح مساحتها مابين 0.30 ــ 2 متر^2 (شكل 4 ــ 13)، كما تم ملاحظة قشرات جيرية متصلة على حافات منطقة قصر الجدي والبردية (شكل 4 ــ 14)، وتتراوح مساحتها بين3 ــ 10 متر^2، ومن أهم خصائص هذه القشرات أنها ذات طبقات محلية وغير متساوية السمك ويتراوح سمكها مابين 10 ــ 35 سم ، وأن صلابتها تكون في الأجزاء العليا كما تنتشر عليها وتغطيها في بعض الأماكن رواسب طينية ومفتتات صخرية، وتعتبر القشرات الجيرية المتصلة والكبيرة في العمق أفضل الأماكن في حفر الآبار الرومانية والعربية.



شكل (4 - 13) قشرات جيرية متقطعة إلى كتلة على سطح الحافات الشرقية بوادي الطينية



شكل (4 - 14) قشرات جيرية متصلة على حافات منطقة قصر الجدي

2 ــ الأشكال الناتجة عن التجوية الميكانيكية:

تعمل التجوية الميكانيكية على تفكيك الصخور وتحطيمها وتجزئتها إلى مفتتات صغيرة دون التدخل في تركيبها في موضعها، ونظرا للتفاوت الحراري اليومي والسنوي الذي تتعرض له صخور المنطقة، فإن عملية التجوية الميكانيكية تجد ظروفا مثالية لممارسة نشاطها، والذي يترتب عليه مجموعة من الأشكال، مثل التقشر الصخري والتفكك الكتلي والتفكك الحبيبي، وفيما يلي دراسة لأهم هذه **الأشكال:**

2 ـ1 ـ التقشر الصخري: Exfoliation

هو عبارة عن تفكك الصخور إلى قشور وصفائح من أسطح الصخر الخارجية، وتحدث عملية التقشر نتيجة لتعرض الصخر للتمدد والانكماش الناتج عن التباين في درجات الحرارة وارتفاع المدى الحراري، بالإضافة لاختلاف معامل تمدد وانكماش المعادن التي يتألف منها الصخر، فعند امتصاص الإشعاع الحراري أثناء النهار تتمدد المعادن وحينها تنخفض درجة الحرارة أثناء الليل وتفقد الكتل الصخرية ما بها من حرارة وتعود إلى حالتها الطبيعية، وبتكرار هذه العملية تنتج القشور الصخرية التي تنفصل عن الأسطح الصخرية الرئيسية على هيئة رقائق، ويختلف سمك الطبقات المتقشرة حسب تغلغل الإشعاع الحراري، ويكون أسرع في الطبقات السطحية الخارجية للصخور، ويقل كلما توغلنا إلى داخل الصخور، وتم رصد العديد من الكتل الصخرية التي تلعب عملية التقشير دورا في تشكيلها بمنطقة الدراسة في وادي الزيتون والعدسة ووادي الجرفان بمنطقة البردية، وتظهر على شكل طبقات رقيقة موازية للسطح ومختلفة السمك ويتراوح سمك القشور مابين 2 ــ 7 سم، (شكل 4 ــ 15)، كما تم ملاحظتها على الصخور الرملية لتكوين اجدابيا "الكالكارنيت" في منطقة أم ركبة ورأس عزاز وتظهر على هيئة رقائق صغيرة جداً يتراوح سمكها مابين 1 ــ 3 سم، (شكل 4 ــ 16)، وظهرت في المنطقة الساحلية بوادي الشويمرة ومرسي لك وجنزور على هيئة قشور طبقية يتراوح سمكها مابين 3 ــ 12سم.

شكل (4 - 15) انفصال الكتل الصخرية على هيئة قشور في الصخور الجيرية بمنطقة باب الزيتون



شكل (4 - 16) انفصال الكتل الصخرية على هيئة قشور في الصخور الرملية بمنطقة أم ركبة



2 ـ2 ـ الانفصال الكتلي: Block separation

تعد عملية التفكك الكتلي من عمليات التجوية الميكانيكية التي تؤدي إلى تفكك الصخور وظهورها على شكل كتل مختلفة الأحجام، والتي ينتج عنها الجلاميد والحصى حاد الزوايا، ويؤدي التباين في درجات الحرارة والمدى الحراري اليومي والشهري والسنوي إلى تفكك

وتكسر الصخور وانقسامها إلى كتل على طول امتداد مناطق الضعف المتمثلة في الشقوق والفواصل، وتم رصد العديد من الكتلة الصخرية المفككة أثناء الدراسة الميدانية في معظم جوانب الأودية والحافات الصدعية بالهضبة (شكل 4 ــ 17)، إضافة إلى انتشارها على الصخور الرملية بالمنطقة الساحلية بمنطقة أم ركبة ورأس عزاز ومرسي لك، وتتراوح أحجام الكتل ما بين 0.10 ــ 2 م، وتؤثر عملية التفكك الكتلي في تشكيل المنحدرات، حيث تتحرك الكتل المنفصلة إلى أسفل المنحدرات بفعل الجاذبية الأرضية، وتتراكم هذه الرواسب مكونة مخاريط الهشيم وركام الهشيم، وقد تؤدي هذه الرواسب إلى تغطية أجزاء من المنحدرات وبالتالي تعمل على حماية هذا الجزء من المنحدرات، كما نلاحظ انتشار الكتل الصخرية على هيئة كتل جلاميد شبه كرويه والتي تبدو بأحجام مختلفة خاصة على المنحدرات الخفيفة والمتوسطة.

شكل (4 - 17) تفكك الصخور الجيرية إلى كتل
صغيرة ومتوسطة الحجم على حافات منطقة كمبوت



2 ــ 3 ــ التفكك الحبيبي: Granular Disintegration

هو تفكك حبيبات الأسطح الخارجية من الصخور إلى جزيئات على هيئة حبات من الرمل أو مجموعة متلاحمة، وعادة تقوم المياه أو الرياح بنقلها، وتكون أكثر وضوحا على الصخور الرملية، وهي عبارة عن رمال تنتشر في مناطق حواف الصخور، وتنتشر هذه الظاهرة وتم ملاحظتها خلال الدراسة الميدانية في صخور تكوين اجدابيا (شكل 4 ــ 18) بمنطقة زاوية أم ركبة ورأس عزاز بالمنطقة الساحلية، كما أن التحلل الكيميائي يساهم في تفكك هذه الصخور لتوفر الرطوبة وقربها من ساحل البحر(محمد رمضان مصطفي، 1987، ص245) إضافة إلى ارتفاع المدى الحراري اليومي والسنوي، ووجود الشقوق والفواصل في هذه الصخور يساعد على توغل المؤثرات الحرارية مما يؤدي إلى انفصال الكتل الكبيرة على

امتداد هذه الشقوق، مما يؤدي إلى زيادة نشاط عملية التفكك الحبيبي على وجهات هذه الكتلة المنفصلة.

شكل (4 ــ 18) أثر التفكك الحبيبي علي الصخور الرملية بمنطقة أم ركبة



3 ــ مخاريط الهشيم:

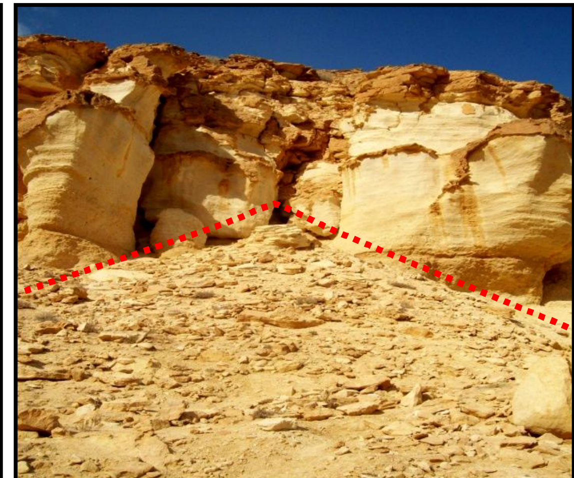
يقصد به الرواسب التي تتراكم أسفل المنحدرات الناتجة عن نشاط التجوية الكيميائية والميكانيكية على المنحدرات، وتلك الرواسب قد يتحرك بعضها إلى أسفل المنحدرات بفعل الجاذبية الأرضية والرياح والمياه الجارية التي تجرف ما يصادفها من مواد في اتجاه أسفل المنحدرات، وتساهم عملية التساقط الصخري الانزلاقات الأرضية وزحف المفتتات الصخرية على امتداد الحافات في تكوين ركام ومخاريط الهشيم.

يغطي ركام الهشيم معظم المنحدرات التي تتراوح درجة انحدارها مابين 25 ــ 40 درجة، وتتألف من مفتتات صخرية مختلفة الأحجام، ويكون حجم الركام تبعا للسطح الذي تكون عليه، فيتكون من كتل صخرية كبيرة إلى متوسطة، أما المواد الناعمة والمفتتات، فقد تجرفها السيول وترسبها في مناطق أخرى.

تتكون مخاريط الهشيم نتيجة لتراكم المفتتات الصخرية مختلفة الأحجام أسفل المنحدرات، وتتخذ الشكل المخروطي، وتتحرك هذه الرواسب نتيجة لعمليات التجوية الميكانيكية والكيميائية، كما تساهم عمليات التساقط الصخري والانزلاقات الصخرية وزحف الصخور في تكوينها، وتختلف أشكال المخاريط وتتباين أحجام مفتتاتها تبعا لفعل العوامل المؤثر فيها، ويعتبر نوع الصخور المشكلة للمنحدرات وخصائصها وندرة النبات الطبيعي، وطبيعة المناخ، وعامل الزمن من العوامل التي تؤثر على حجم وكمية المواد التي يتألف منها مخروط الهشيم، فتكون مواد مختلفة الأحجام، إذ تستقر المواد الكبيرة الحجم والخشنة والجلاميد أسفل المخروط والمواد الناعمة أعلى المخروط، فتعمل على حماية المخروط عند سقوط الأمطار.

وتنتشر مخاريط الهشيم في جميع أرجاء منطقة الدراسة عند أقدام الحافات وأسفل منحدرات جوانب الأودية خاصة في المنطقة الشمالية من منطقة الدراسة، في كل من منطقة باب الزيتون ومنطقة البردية وأغلبها حديثة التكوين، حيث تكثر المواد الخشنة على سطحها مثل الكتل الصخرية الكبيرة والحصى والجلاميد (شكل 4 ــ 19)، وهي متباينة الأحجام، حيث توجد مخاريط هشيم صغيرة لا يتعدى ارتفاعها 1 متر، وظهرت على الحافات الشرقية لحوض وادي العدسة بمنطقة باب الزيتون (شكل 4 ــ 20)، بينما تظهر مخاريط هشيم يصل ارتفاعها ما بين 3 ــ 5 متر وعرضها عند القاعدة 7 ــ 10 متر ومتوسط درجة انحدارها ما بين 15° ــ 35° درجة، وعادة ما تمتاز قطاعاتها بالاستقامة (شكل 4 ــ 21)، وظهرت على حافات أودية باب الزيتون بوادي بوخطيطة والزيتون والعدسة والطينية وفي منطقة البردية على حافات أودية الجرفان وأم العلق وشماس، حيث تشكلت مخاريط هشيم أسفل منحدرات جوانب الأودية من صخور تكوين الجغبوب وتكوين الفائدية مختلطة بطبقات طينية وغرينية وطفلية، حيث أدت الاختلافات اللثيولوجية لتلك الصخور أمام عملية التجوية إلى تحلل وتكسر الصخور ثم سقوطها بفعل الجاذبية الأرضية واستقرارها أسفل الحافات، كما نلاحظ أن بعض المخاريط التي ظهرت على جوانب مجاري الأودية تعرضت قاعدتها للنحت بفعل مياه السيول، مثل التي ظهرت على قطاع مجري وادي الطينية، وقد نمت على بعض مخاريط الهشيم الحشائش الرعوية مثل نبات الرمث والقطف وبعض الأعشاب الحولية.

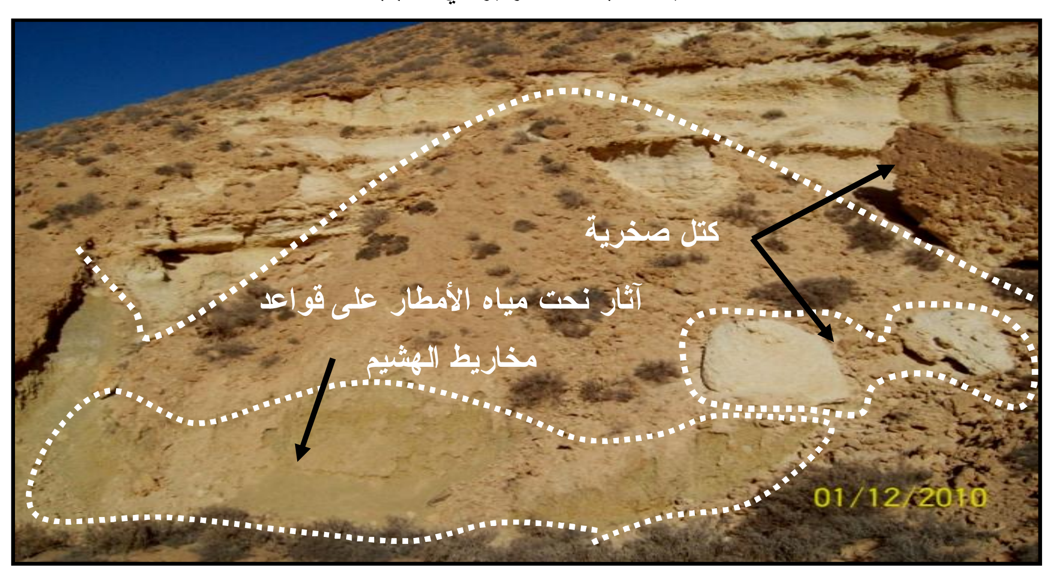
شكل (4 - 19) مخروط هشيم أسفل حافات وادي الجرفان بمنطقة البردية



شكل (4 - 20) مخروط هشيم أسفل حافات وادي العدسة بمنطقة باب الزيتون



شكل (4 ـ 21) مخروط هشيم تعرض جزء من قاعدة للنحت
بفعل مياه الأمطار بوادي الطينية



ثانيا : حركة المواد على المنحدرات:

يعرف انتقال المواد والمفتتات والكتل الصخرية من أعالي المنحدرات إلى أسفلها بمختلف أنواعها وأحجامها بتأثير الجاذبية الأرضية بحركة المواد Mass Movement، وتعتبر هذه الحركة من أهم العمليات الجيومورفولوجية التي تعمل على تطور وتغير شكل المنحدرات وتخفيض مستوى سطح الأرض، وتكون أشكالا جيومورفولوجية مثل مخاريط الهشيم، وتتوقف حركة المواد على المنحدرات على مجموعة من العوامل، ويعد نوع الصخور المشكلة للمنحدرات وخصائصها اللثيولوجية ونظم الشقوق والفواصل وميل الطبقات الصخرية، وطبيعة المنحدر ودرجة انحداره والمناخ والعمليات الجيومورفولوجية من أهم العوامل المؤثرة في تشكيل المنحدرات، وكل هذه العوامل تعمل معا في تحديد نوع وسرعة تحرك الكتل والمفتتات الصخرية من أعلى إلى أسفل المنحدرات.

وفيما يلي دراسة لأهم العوامل المؤثرة على حركة المواد على المنحدرات:

1 ـ العوامل المؤثرة في حركة المواد على المنحدرات:

1 ـ1 ـ نوع الصخور المشكلة للمنحدرات وخصائصها اللثيولوجية:

يعد نوع الصخور المشكلة للمنحدرات من أهم العوامل المؤثرة في حركة المواد على المنحدرات، لأنه العامل المحدد لعمليات التجوية والتعرية، فالصخور الصلبة ترتبط بها الانحدارات الشديدة والجرفية، نتيجة لمقاومتها لعمليات التعرية والتجوية بشقيها، والعكس في حالة الصخور الهشة واللينة، نتيجة لتركيبها وضعف تماسكها، ولأن الصخور التي تتركب منها المنطقة هي صخور جيرية، تتعاقب معها طبقات طفليه وغرينية وطينية، نلاحظ انتشار

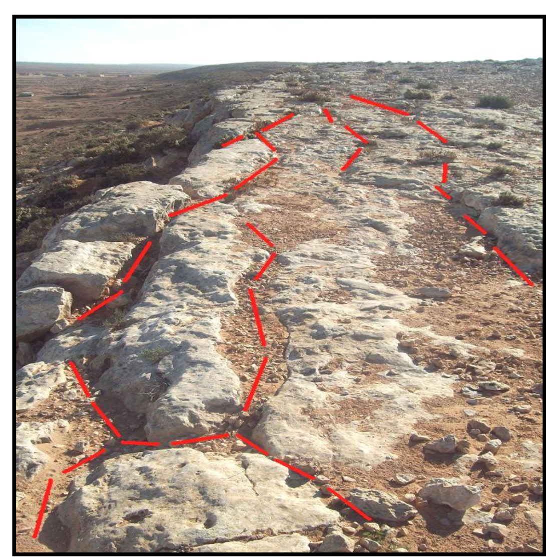
مخاريط الهشيم وظاهرة السقوط والانزلاق والزحف الصخري أسفل العديد من منحدرات، خاصة في الطبقات التي تتعاقب فيها طبقات صلبة مع طبقات هشة، نتيجة لتركيبها المعدني ونشاط عمليات التجوية التي تؤدي إلى تقويض الطبقات الهشة فتؤدي إلى سقوطها وانزلاق الطبقات التي تعلوها حسب شدة المنحدر في ظل انتشار الشقوق والفواصل الصخرية.

1 ـ 2 ـ نظم الشقوق والفواصل:

يساعد نظم الشقوق والفواصل في تشكيل المنحدرات، وفي تحديد طبيعة حركة المواد الصخرية عليها حسب اتجاهها وميلها وكثافتها، كونها مناطق ضعف تشتد فيها عمليات التجوية والتعرية، وتعمل على تآكلها وفصلها عن الصخر الأصلي وتعرضها للتساقط أو الانزلاق بفعل الجاذبية الأرضية والمياه الجارية، كما تساهم في تحديد أحجام الكتل الصخرية المعرضة للحركة فكلما كانت المسافة بين الشقوق والفواصل كبيرة أدي ذلك إلى كبر حجم الكتل الصخرية المنفصلة والعكس في حالة المسافات الصغيرة مابين الفواصل والشقوق.

وقد لوحظ أثناء الدراسة الميدانية انتشار الشقوق والفواصل في الصخور السطحية بالمنطقة، بحيث ظهرت في اتجاهات متباينة بمتوسط مسافة فاصلة مابين3 ــ 20 سم، مما جعل المنحدرات غير مستقرة، وأدى إلى حدوث التساقط والانزلاق الصخري على المنحدرات التي تزيد درجة انحدارها عن 40° درجة، ويكثر تواجدها في كل من منطقة باب الزيتون ومنطقة البردية وعلى الحافات الصدعية بمنطقة قصر الجدي، وعلى أغلب حافات مجاري الأودية، (شكل 4 ــ 22 و4 ــ 23)، أما على المنحدرات التي تقل فيها درجة الانحدار عن40° درجة فغالبا ما تتعرض الكتل الصخرية للزحف الصخري.

شكل (4 ـ 22) شقوق وفواصل طولية الامتداد على حافات قصر الجدي



شكل (4 ـ 23) شقوق وفواصل عمودية الامتداد على حافات وادي أم العلق بمنطقة البردية



1 ـ 3 ـ اتجاه وميل الطبقات الصخرية:

يعد اتجاه وميل الطبقات من العوامل المهمة التي تحدد نوع حركة المواد على المنحدرات، فإذا كان ميل الطبقات الصخرية باتجاه المنحدر، فإنها تسهل من عملية انزلاق وزحف الصخور إلى أسفل المنحدر في ظل انتشار الشقوق والفواصل العمودية على اتجاه المنحدرات التي تؤدي إلى فصل الكتل الصخرية عن الصخر الأصلي والمنحدر، وتزداد سرعة وخطورة الانزلاقات الصخرية والانهيارات كلما زادة درجة ميل الطبقات الصخرية مع المنحدر، أما إذا كان ميل الطبقات الصخرية عكس اتجاه المنحدر فهذا يقلل من حدوث الانزلاقات، ويعرض الصخور والكتل الصخرية للسقوط، وعادة ما ترتبط بهذه النوع من المنحدرات الجروف والأوجه الحرة.

وتتسم الصخور الجيرية في المنطقة بميلها عن المستوى الأفقي باتجاه أغلب المنحدرات مابين 3° ــ 4° درجات، وهذا بدوره يزيد من عملية حدوث الانزلاقات والانهيارات الأرضية وزحف الصخور باتجاه إلى أسفل المنحدرات.

1ـ 4 ـ طبيعة المنحدر ودرجة انحداره:

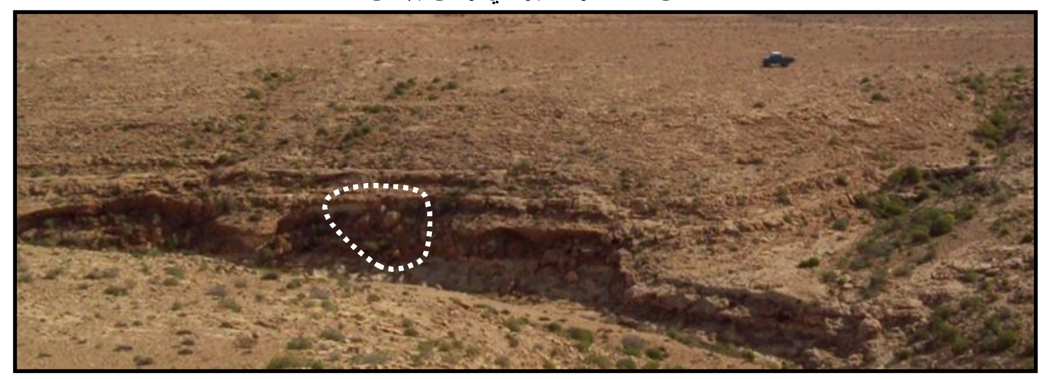
تعتبر طبيعة المنحدر من العوامل التي تحدد حركة المواد على المنحدرات، وتعتبر قوة الجاذبية الأرضية هي المسؤولة عن نقل المواد من أعلى المنحدرات إلى أسفلها، فإذا كانت المنحدرات مرتفعة جدا ودرجة انحدارها شديدة أو جرفيه، فإن تأثير الجاذبية الأرضية على هذه المنحدرات يكون أقوى بكثير منها على المنحدرات المتوسطة والمستوية، كما أن معدل التقوس وطبيعة هذا التقوس (محدب ــ مقعر) له أثر على حركة المواد على المنحدرات، حيث تشتد سرعة المواد المتحركة على المنحدرات المقعرة دون المحدبة.

1 ـ 5 ـ الظروف المناخية:

تلعب الظروف المناخية دورا هاما في حدوث حركة المواد والانهيارات الأرضية وفي تشكيل المنحدرات، وتعتبر الحرارة والمطر والرياح من أهم العناصر المناخية، ويؤدي التفاوت في درجات الحرارة إلى نشاط التجوية الميكانيكية التي تؤدي إلى تقشير الصخور وتفككها وتوسيع الشقوق والفواصل، ويتفاوت تأثير الأمطار والمياه الجارية على حركة المواد على المنحدرات، فالسقوط السريع للأمطار يعمل على تفكك التربة، ويقوم بنقل نواتج التجوية التي تغطي واجهة المنحدرات ودفع الرواسب باتجاه أسفل المنحدرات، إضافة إلى تسرب مياه الأمطار عبر الشقوق والفواصل إلى الطبقات اللينة فتضعف تماسكها وتؤدي إلى حدوث الانزلاقات، ويظهر أثر المياه الجارية على نحت الأجزاء الدنيا من المنحدرات، ويظهر ذلك على منحدرات جوانب الأودية في الثنيات المقعرة، حيث يعمل النحت الجانبي للمياه على تآكل الطبقات اللينة أسرع من الطبقات التي تعلوها مما يؤدي إلى تقويضها وتعرضها للسقوط

والانزلاق (شكل 4 ــ 24) وتعد الرياح أقل العوامل تأثيرا على المنحدرات، وتعمل على نقل وترسيب بعض الأشكال الرملية على المنحدرات خاصة في المنطقة الجنوبية، حيث تكون مجموعة من الأشرطة الرملية والنباك الفرشات الرملية.

شكل (4 – 24) أثر المياه الجارية في نحت وتقويض الأجزاء السفلى من المنحدرات بوادي رأس بياض



1 ــ 6 ــ الإنسان كعامل جيومورفولوجي:

يعتبر الإنسان عامل جيومورفولجي مؤثر بشكل مباشر في حدوث حركة المواد من خلال ما يقوم به من أنشطة اقتصادية أعلى المنحدرات وعلى جوانبها وعند أقدامها، مثل عمليات التحجير وشق الطرق، فعمليات التحجير في منطقة الدراسة زادت في الآونة الأخيرة على وجه الخصوص وتركزت في منطقة باب الزيتون ووصل عدد المحاجر في هذه المنطقة حوالي 7 محاجر (الكسارات) (المؤسسة الوطنية للتعدين، مكتب طبرق، 2009)، وعند القيام بعمليات تكسير الطبقات الصخرية وذلك باستخدام معدات خاصة للتكسير، وفي أغلب الأحيان يتم استخدام التفجير في المحاجر مما يؤدي إلى اتساع الشقوق والفواصل ومناطق الضعف، كما تؤدي الاهتزازات الناتجة عن التفجير إلى عدم استقرار الكتل الصخرية المفككة وبالتالي سقوطها أثناء التفجير، كما تؤدي ألى زحف مخلفات التحجير إلى أسفل المنحدرات، (شكل 4 ــ 25).

شكل (4 – 25) مخلفات أحد المحاجر علي حافات وادي الزيتون



2 ــ أنواع حركة المواد على المنحدرات:

تتعدد أشكال حركة المواد على المنحدرات بمنطقة الدراسة ومن خلال الدراسة الميدانية تم رصد أهم الحركات والتي تتمثل في **الآتي:**

2 ــ 1 ــ التساقط الصخري: Rock Fall

يعد التساقط الصخري من أشكال الحركة السريعة للمواد التي تحــدث علــى المنحــدرات الشديدة والجرفية التي تزيد درجة انحدارها عن 35° درجة، خاصة في الطبقــات والأوجــه الصخرية المتأثرة بنظم الشقوق والفواصل، ويؤدي نشاط عملية التجوية بشقيها داخل الشــقوق والفواصل إلى فصل الكتل الصخرية، ويتحكم نظام الشقوق والفواصــل فــي أحجــام الكتــل الصخرية المتساقطة أو المعرضة للسقوط ، فكلما كانت المسافة أكبر بين الفواصل والشــقوق وتمتد لمسافة كبيرة كلما كانت أحجام الكتل الصخرية كبيرة، وتعد الأوجه الحــرة والجــروف الساحلية من أكثر المناطق تعرضا للسقوط، حيث تسقط الكتــل الصــخرية مباشــرة دون أن تلامس سطح المنحدر، وتسقط بفعل الجاذبية الأرضية إلى أسفل المنحــدر وتتعــرض الكتــل الصخرية إلى التكسر والتفتيت نتيجة لعملية الاصطدام، مشكلة مفتتات صخرية تبدو على هيئة غطاء غير محدد الشكل، أوعلي شكل مخاريط الهشيم.

تنتشر ظاهرة التساقط الصخري بمنطقة الدراسة نتيجة نشــاط التجــــوية بشــقيها علــى جوانب حافات الأودية شديدة الانحدار خاصة بالمجاري الرئيسية وأغلب الجــروف البحريــة المتأثرة بالشقوق والفواصل ومظاهر الضعف الجيولوجية، في أودية رأس بياض وبوخطيطــة والزيتون والعــدسة ورؤوس الكباش وأم العلق والجــرفان والمعتــرض، وأغلــب الروافــد لهذه الأودية (شكل 4 ــ 26)، كما قد يحدث سقوط الكتل الصخرية بحركات دوارنية باتجــاه أسفل المنحدرات، في الأجزاء التي تتخذ شــكل الجــروف التــي يتبعهــا عناصــر مقعــرة، وتم رصد كتل صخرية سقطت بحركات دوارنية على أحد حافــات رافــد وادي بوخطيطــة (شكل 4 ــ 27)، وتتراوح أحجام الكتل الصــخرية المتســاقطة مــابين مفتتــات صــخرية صغيرة جــدا إلى كتل كبيرة الحجــم يبلــغ طولهــا مــابين 0.75 ــ 2 متــر وارتفاعهــا مابين 0.50 ــ 3 متر، كما يؤدي النحت الجانبي للمياه إلى تساقط الكتــل الصــخرية وتآكــل الطبقات اللينة أسرع من الطبقات التي تعلوها(عملية تقويض) مما يؤدي إلى تعرضها للسقوط، ويظهر ذلك على أغلب المجاري الرئيسية لأودية منطقة باب الزيتون والبردية خاصة في المناطق الخانقية والثنيات المقعرة من مجاري الأودية (شكل 4 ــ 28)، كمــا تنتشــر الكتــل الصخرية المتساقطة أسفل واجهات الجروف البحرية في كل من منطقة باب الزيتون والبردية،

نتيجة لكثافة الشقوق والفواصل ونشاط عمليات التجوية، وانتشار مظاهر الضعف الصخرية على واجهات الجروف البحرية، وتتباين الكتل الصخرية المتساقطة فيما بينها من مفتتات صخرية صغيرة إلى كتل كبيرة الحجم يصل ارتفاعها إلى أكثر من 6 متر (شكل 4 ــ 29).



شكل (4 ـ 26) كتل صخرية متساقطة بالمجرى الرئيسي لوادي الزيتون



شكل (4 ـ 27) سقوط الكتل الصخرية بحركات دوار نية روافد وادي بوخطيطة



شكل (4 ـ 28) أثر النحت الجانبي للمياه في تآكل وتقويض الطبقات الصخرية بمجرى وادي الخبطة



شكل (4 ـ 29) كتل صخرية متساقطة على واجهات الجروف البحرية بمنطقة البردية

2 ــ 2 ــ الانزلاقات الأرضية: Land Slide

تتعدد الانزلاقات الأرضية في منطقة الدراسة مابين انزلاقات صخرية تحدث في الصخور المتأثرة بالشقوق والفواصل وانزلاق الكتل الصخرية المفككة والمختلطة بالمفتتات والرواسب السطحية باتجاه أسفل المنحدرات، تحت تأثير الجاذبية الأرضية والمياه، وتعد إحدى الحركات السريعة لحركة المواد على المنحدرات، وتحدث نتيجة لانتشار الشقوق

والفواصل، حيث تتسرب المياه أثناء سقوط الأمطار في الفواصل والشقوق، وتعمل على توسيعها ثم فصلها وانزلاقها على سطح المنحدر، وتصل عملية الانزلاق إلى أقصى معدل لها بعد سقوط الأمطار، حيث تعمل المياه على زيادة وتسهيل انزلاق الصخور، وفيما يلي دراسة لأهم أنواع الانزلاقات الأرضية **بالمنطقة:**

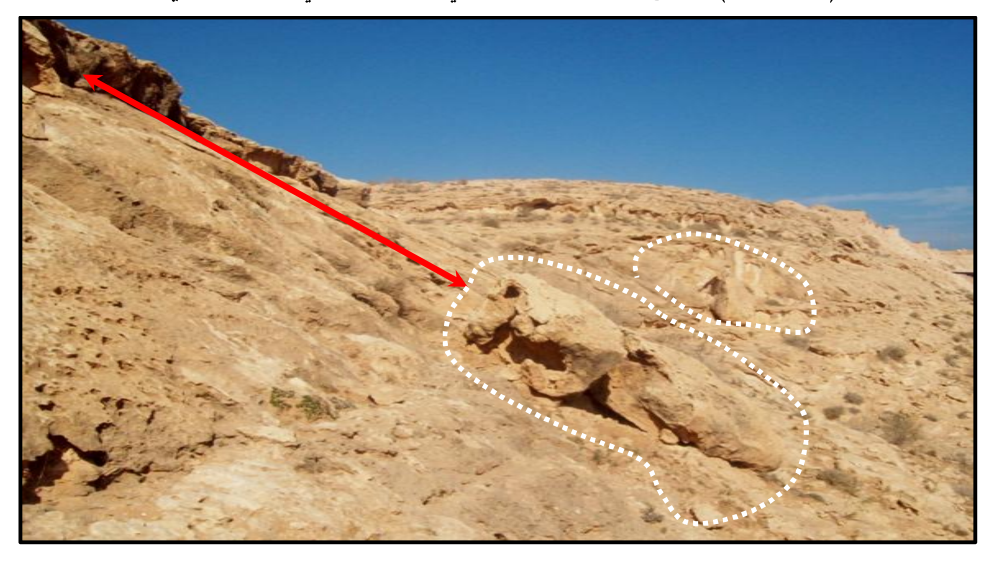
2 ـ 2 ـ 1 ـ الانزلاقات الصخرية: Rock Slids

تنتشر عملية الانزلاقات الصخرية في منطقة الدراسة نتيجة عدم تماسك الكتل الصخرية مع الصخر الأصلي، على طول امتداد مناطق الضعف الجيولوجية خاصة عندما تتشبع بمياه الأمطار المتسربة إليها عبر الشقوق والفواصل ومناطق الضعف الصخري وتحول الطبقات الطينية والطفلية الرقيقة إلى مادة لزجة تعمل على انزلاق الكتل الصخريةالتي اعلاها، وتحدث عملية الانزلاق وتصل إلى أقصي معدلاتها بعد سقوط الأمطار ويزيد حدوث الانزلاق عندما يتوافق اتجاه ميل الطبقات الصخرية المتأثر بنظام الشقوق والفواصل العمودية مع ميل اتجاه المنحدر (شكل 4 ــ 30) كما هو الحال على منحدرات جوانب الأودية في وادي بوخطيطة والزيتون ورأس بياض والعين والجرفان، وتم رصد كتل صخرية منزلقة على جوانب حافات هذه الأودية متأثرة بنظام الشقوق والفواصل العمودية، ولوحظ أن اتجاه الطبقات الصخرية يتوافق مع اتجاه ميل المنحدر (شكل 4 ــ 31).

شكل (4 ــ 30) كتل صخرية معرضة للانزلاق تتوافق مع ميل اتجاه المنحدر بحافات وادي بوخطيطة



شكل (4 ــ 31) انزلاق الكتل الصخرية علي الجانب الغربي لحافات وادي العين



2 ــ 2 ــ 2 ــ الانزلاقات الأرضية المختلطة:

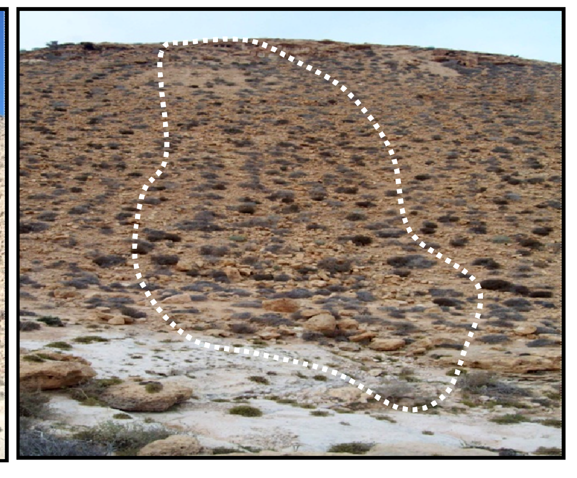
يقصد بالانزلاقات المختلطة هو انزلاق كتل صخرية مع كميات كبيرة من المفتتات الصخرية والتربة غير المتماسكة، وتكون مشبعة بالمياه على المنحدرات الشديدة باتجاه أسفل المنحدر في ظل ندرة الغطاء النباتي، وتكون الحركة سريعة لأن كمية المواد المنزلقة تكون كبيرة، ويأخذ المنحدر الشكل المقعر بعد حدوث عملية الانزلاق، وتم رصد هذه الظاهرة على الحافات الشمالية من منطقة الدراسة، وعلى أغلب حافات أودية الجرفان وأم العلق والزيتون والعدسة وبوخطيطة ورأس بياض (شكل 4 ــ 32)، كما يؤدي النحت الجانبي للمياه في مجاري الأودية إلى نحت الأجزاء السفلى من المنحدرات وتقويض الطبقات التي تعلوها وتعرضها للهبوط إلي أسفل المنحدرات، وتم رصد هذه الظاهرة في أحد الثنيات المقعرة بوادي الطينية بمنطقة باب الزيتون (شكل 4 ــ 33).

2 ــ 3 ــ زحف الصخور: Rock creep

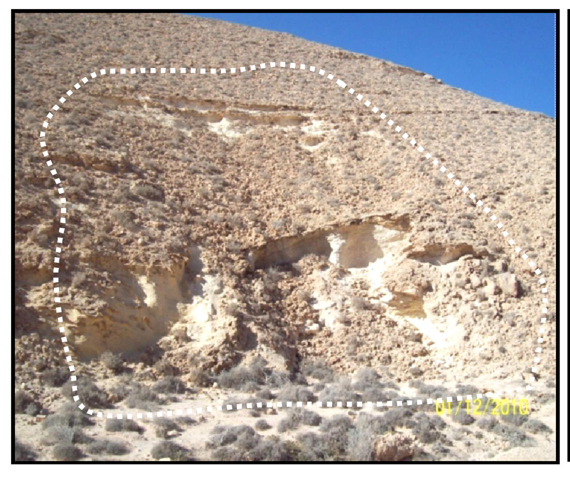
هو عبارة عن عملية زحف وتحرك الكتل الصخرية بشكل بطيء باتجاه أسفل المنحدر، دون اختلاطها بأي رواسب أخرى، وتعمل الشقوق والفواصل وعمليات التجوية الميكانيكية والكيميائية على تجزئة الكتل الصخرية إلى كتل عديدة يختلف حجمها باختلاف المسافات بين الشقوق والفواصل، وبانفصالها تبدأ عملية زحف الكتل الصخرية على طول المنحدرات، وغالبا ما ترتكز الكتل الصخرية المنفصلة على الرواسب التي تغطي سطح المنحدر وبتأثير اختلاف درجات الحرارة التي تؤدي إلي تمدد وانكماش معادن الرواسب ، إضافة إلى أثر الأمطار والجريان السطحي للمياه في تحريك وزحف الكتل الصخرية، وبتكرار هذه العمليات

تتحرك الكتل الصخرية فوق الرواسب التي تستقر عليها بحركة بطيئة بفعل الجاذبية الأرضية باتجاه أسفل المنحدر، وتختلف طبيعة وسرعة حركة وكمية الكتل وأحجامها، تبعا لاختلاف القوى التي تحركها وإلى شدة المنحدر الذي تكونت عليها.

تنتشر ظاهرة الزحف الصخري على أغلب المنحدرات بالمنطقة التي تقل درجة انحدارها عن 40 ْدرجة على أغلب حافات مجاري الأودية بالمنطقة، ومن خلال الدراسة الميدانية تم ملاحظة كتل صخرية زاحفة على حافات أودية منطقة باب الزيتون في حافات أودية أم الشاوش والزيتون والخبطة وبوخطيطة ورأس بياض ورؤوس الكباش وعلى حافات أودية منطقة البردية في وادي الجرفان وشماس وعلى أغلب الحافات الصدعية بمنطقة قصر الجدي وكمبوت والعقيلة، وتراوحت أحجام الكتل الزاحفة مابين 0.30 ــ 2 متر (شكل 4 ــ 34) ومنطقة البردية وحافات قصر الجدي وكمبوت والعقيلة (شكل 4 ــ 35).



شكل (4 – 32) انزلاق كتل ومفتتات صخرية على حافات وادي الزيتون



شكل (4 – 33) انزلاق كتل ومفتتات صخرية في أحد الثنيات المقعرة بوادي الطينية



شكل (4 - 34) كتل صخرية زاحفة على أحد حافات وادي أم الشاوش



شكل (4 – 35) كتل ومفتتات صخرية زاحفة على حافات وادي رؤوس الكباش

ثالثا : خصائص المنحدرات:

تعد دراسة المنحدرات واحدة من أهم الموضوعات في الدراسة الجيومورفولوجية، وتكمن أهميتها أنها أكثر الأجزاء تعرضاً للتغيرات التي تحدث على سطح الأرض، وتعد المنحدرات ناتجا طبيعيا تتدخل في مجموعة من العناصر البيئية، مثل المناخ والوضع الجيولوجي والتربة والعمليات الجيومورفولوجية والغطاء النباتي، كما أن تطور المنحدرات هو نتيجة التفاعل المباشر بين عمليات التجوية والتعرية وحركة المواد، وأنواع الصخور السائدة .

وتهدف دراسة المنحدرات بمنطقة الدراسة إلى التعرف على طبيعة المنحدرات وتحديد أنواعها والعوامل والعمليات الجيومورفولوجية المشكلة لها، بهدف الوصول إلى نتائج تعبر عن أشكال المنحدرات ودرجة تطورها.

وتم الاعتماد في دراسة المنحدرات على بعض التقنيات الحديثة والتي تتمثل في تحليل نموذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام برنامج Arc Gis 9.2 إضافة إلى دراسة القطاعات التي تم قياسها في الدراسة الميدانية.

وسوف يتم دراسة المنحدرات من خلال الخريطة التي تم إعدادها في برنامج Arc Gis 9.2 ثم دراسة القطاعات التي تم قياسها ميدانيا.

1 ــ تحليل خريطة الانحدار بمنطقة الدراسة:

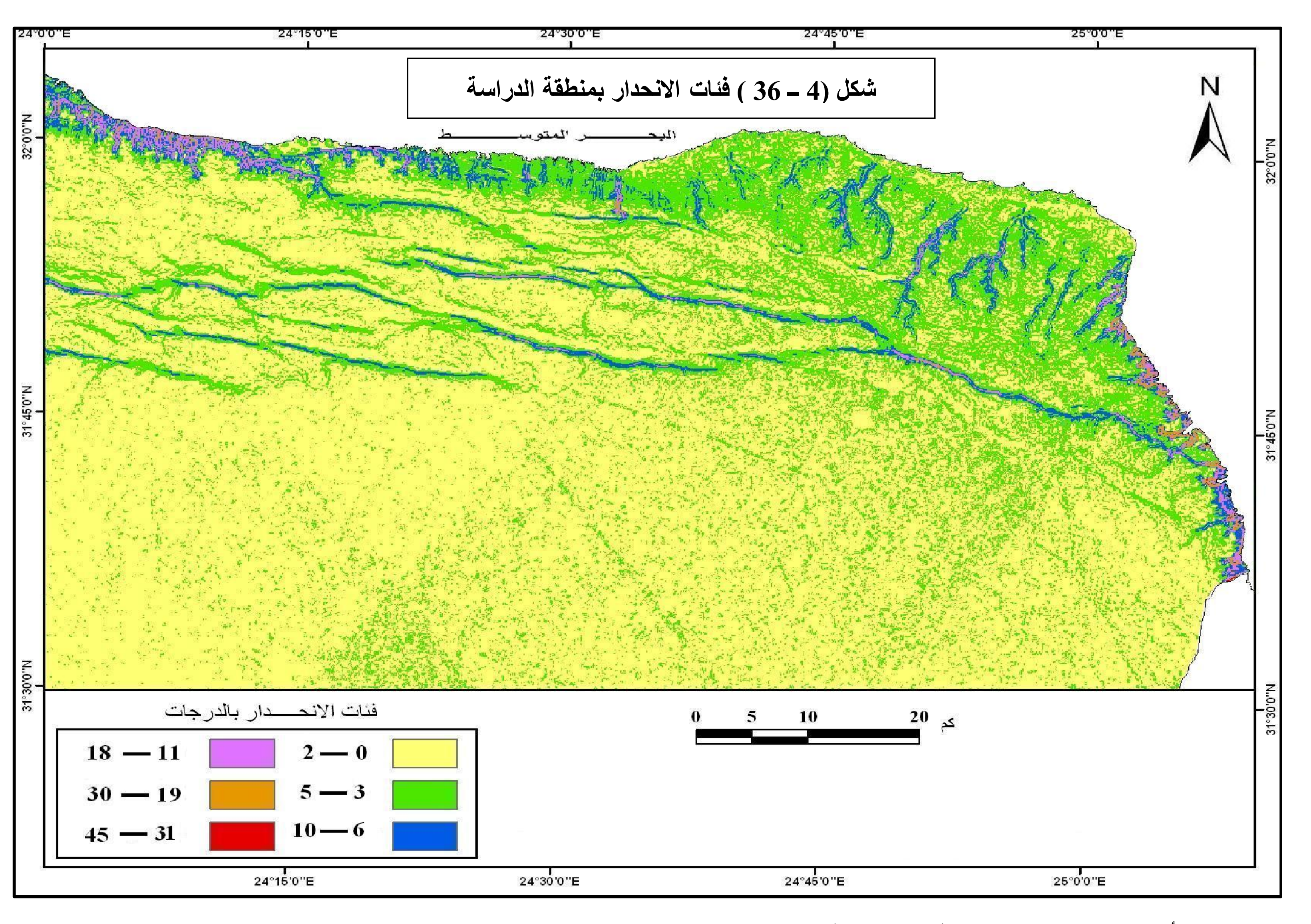
1 ــ 1 ــ طريقة إعداد خريطة الانحدار:

- تم إعداد خريطة الانحدار شكل (4 ــ1) اعتمادا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM وذلك باستخدام برنامج Arc Gis 9.2 من خلال نافذة Arc Toolbox ثم نختار Spatial Analyst Tools ثم Surfac ومنها نختار Slope.
- بعد إعداد الخريطة يتم إعادة تصنيفها من نافذة Symbology ثم نختار Classifield، ثم نختارClasses، لإعادة التصنيف إلى فئات حسب تصنيف Young (1973 .p. 137).
- بعد تصنيف الخريطة تظهر على شكل راستر Raster Form، نقوم بتحويلها إلى الشكل الفيكتور Vector Form للحصول على التحليلات واستخراج المساحات والفئات الانحدارية، وذلك من خلال نافذة Arc Tooolbox ثم نختار 3D Analyst Tools ثم Raster Reclass ثم Reclassify ثم Rastr to Polygon ،ثم نقوم بحساب المساحة الانحدارية من خلال نافذة Spatial Statistics Tools ثم نختار Utities ثم calculate Areas.

1 ـ 2 ـ تحليل خريطة الانحدار:

من خلال تحليل خريطة الانحدار(شكل 4 ــ 36) وجدول فئات الانحدار ومساحتها (4 ــ 3) والرسم البياني لمساحات الانحدار (شكل4 ــ 37) ، يتضح **ما يلي:**

- تمثل مساحة الانحدارات شبه المستوية (0ْ ــ 2ْ) حوالي 1863 كم^2 بنسبة 34.4% من جملة مساحة منطقة الدراسة، وهي تغطي معظم أجزاء المنطقة خاصة في الجزء الجنوبي، لاستواء السطح وابتعاد حافات الهضبة، كما تظهر الأسطح شبه المستوية على أراضي المنخفضات التي تقع مابين الحافات في منطقة القعرة وكمبوت ومنطقة قصر الجدي، وهي الأراضي التي يطلق عليها اسم السقايف، إضافة إلى المنطقة الساحلية بمنطقة أم ركبة ورأس عزاز.
- تبلغ مساحة الانحدارات الخفيفة (3ْ ــ 5ْ) حوالي 1982كم2 بنسبة 36.6% من جملة مساحة أراضي المنطقة، وتنتشر أغلبها في الجزء الشمالي من المنطقة، من مصب وادي السهل الشرقي وتشمل منطقة جنزور ومرسي لك وزاوية أم ركبة حتى حدود منطقة رأس عزاز، إضافة إلى انتشارها عند أقدام الحافات الصدعية وبعض حافات الأودية .
- تغطي فئة الانحدارات المتوسطة (6ْ ــ 10ْ) مساحة تقدر بحوالي 783كم2 بنسبة 14.4% من جملة مساحة المنطقة، ويقتصر وجودها على أغلب الحافات الصدعية وأراضي البدمنت Pediment وحافات مجاري الأودية.
- تشكل الانحدارات الشديدة نسبيا(11ْ ــ 18ْ) مساحة حوالي 623 كم2 بنسبة 11.5% من جملة مساحة المنطقة، وهي تظهر بشكل متفرق في أرجاء منطقة الدراسة، وعلى أغلب الحافات الصدعية وبعض حافات مجاري الأودية في منطقة البردية وباب الزيتون ومنطقة كمبوت، وحافات أودية الكيب والشويمرة كما تغطي بعض حافات الجروف البحرية.
- تمثل فئة الانحدارات الشديدة (19ْ ــ 30ْ) مساحة تقدر 144كم^2 بنسبة 2.6% من جملة مساحة منطقة الدراسة، وتغطي حافات الجروف البحرية بمنطقة البردية وباب الزيتون، وبعض الحافات الصدعية الطولية بمنطقة قصر الجدي إضافة إلى أجزاء من حافات وادي الجرفان والسهل الشرقي وأجزاء من حافات أودية رؤوس الكباش والعدسة وبوخطيطة والزيتون والخطبة ورأس بياض.
- تمثل المنحدرات الشديدة جدا (31ْ ــ 45ْ) نسبة 0.31 % من جملة مساحة منطقة الدراسة بمساحة تقدر بحوالي 17كم^2 ويقتصر وجودها على الحافات الشرقية والغربية لمصب وادي المعترض وبعض حافات وادي جليانة وشماس والجرفان بمنطقة البردية وعلي أغلب الجروف البحرية بالمنطقة الساحلية.



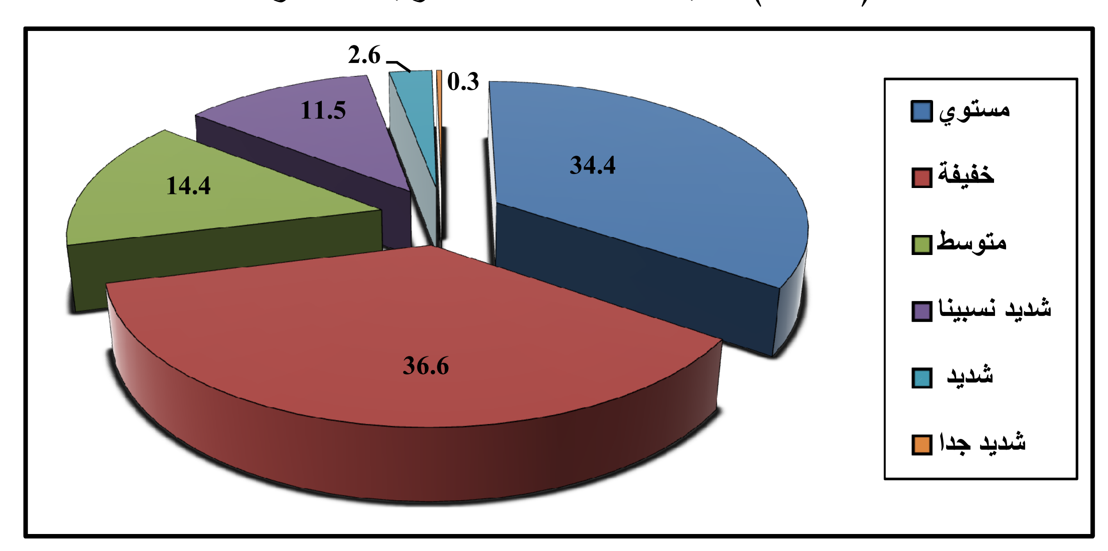
المصدر: أعدد الطالب، بالاعتماد علي نموذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام برنامج ARC GIS 9.2.

جدول (4 ــ 3) فئات مساحات الانحدار وتكرارها وأماكن تواجدها

فئات درجات الانحدار	طبيعة الانحدار	التكرار	نسبة التكرار%	مساحات فئات الانحدار كم²	نسبة المساحات %	الأماكن التي تغطيها الانحدارات بالمنطقة
صفر - 2	شبة مستوي	6216	21.8	1863	34.4	تغطي جميع أجزاء الهضبة خاصة المنطقة الساحلية وأراضي مابين الحافات الصدعية وأجزاء من المنطقة الجنوبية
3 – 5	خفيفة	18533	65.1	1987	36.6	تغطي جميع الأجزاء التي أسفل الحافات الصدعية وفي المنطقة الممتدة من مصب وادي السهل الشرقي حتى منطقة رأس عزاز
6 – 10	متوسطة	2459	8.6	783	14.5	تغطي جميع الحافات الصدعية الطولية وجميع حافات الأودية
11 – 18	شديدة نسبيا	921	3.2	623	11.5	تغطي بعض الحافات الصدعية بمنطقة قصر الجدي وبئر الأشهب وكمبوت وبعض حافات الأودية
19 – 30	شديدة	317	1.1	144	2.6	تغطي أغلب حافات جوانب أودية الجرفان وشماس والمعترض والسهل الشرقي وبعض حافات أودية باب الزيتون وعلي أغلب الجروف البحرية
31 – 45	شديدة جداً	7	0.02	17	0.31	تغطي حافات جوانب أودية المعترض ووادي جليانة
المجموع	ــــــ	28453	%100	5417	%100	ــــــــــــ

المصدر: إعدد الطالب أعتمادا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM، باستخدام برنامج ARC GIS 9.2.

شكل (4 ــ 37) نسب مساحات فئات الانحدار بمنطقة الدراســة



- تمثل فئة المنحدرات التي تتراوح درجة انحدارها بين 0 ْ و 10 ْ درجات نسبة تبلغ 85% من جملة مساحة منطقة الدراسة، وهي تمثل أغلب الأراضي الزراعية والقابلة للزراعــة، وتمثل النسبة الباقية، باقي الأراضي وهي الحافات الصدعية وحافات مجــاري الأوديــة، وهذه الأجزاء هي التي تحدث عليها حركة المواد وجميع الانهيارات الأرضية، كما أنهــا أكثر المناطق تأثرا بالشقوق والفواصل، كما أن التباين في درجات انحدار هذه المنـــاطق كان له دور في نشاط عملية التعرية والتجوية بشقيها على هذه الأجزاء من المنحدرات.

2 ـ اتجاه الانحدارات بمنطقة الدراسة:

2 ـ 1 ـ إعداد خريطة اتجاه المنحدرات:

- تم الاعتماد في إعداد خريطة اتجاه المنحدرات على نموذج الارتفاع الرقمي DEM وذلك باستخدام برنامج Arc Gis 9.2 من خلال نافذة Arc toolbox ثم spatial analyst ثم surface ثم Aspcets.
- نقوم بإعادة تصنيف الخريطة وذلك من خلال نافذة Sympology ثـم classifield ثـم classes، حيث نقوم بتقسيمها إلى ثمان فئات تمثل الاتجاهات الرئيسة والفرعية .
- نقوم بتحويل الخريطة من الشكل الرستر Raster Form إلى الشكل الفيكتـور "الاتجـاه" Vector Form وذلك للحصول على مساحات اتجاه كل انحدار وذلك من خـلال Arc Toolbox ثم 3D Analyst Tools ثـم Conversio tools ثـم Form Rster ثـم Raster to Polygon ثم نقوم بحساب المسـاحة الانحداريـة وذلـك مـن : Spatial Statisticottols ← Utilities ← Calculate Arees.
- نقوم بمقارنة الخريطة مع خريطة شبكة الأودية والخريطة الطبوغرافية والجيولوجية، ثـم نقوم باستخراج مساحة كل جهة ونسبتها.

2 ـ 2 ـ تحليل خريطة اتجاه المنحدرات:

من خلال تحليل خريطة اتجاه المنحدرات جدول (4 ــ 4) الخـاص ببيانـات مسـاحات اتجاهات الانحدار و(شكل 4 ــ 38)، و (شكل 4 ــ 39) يتضح **ما يلي:**

- تغطي الأراضي التي تنحدر جهة الشمال مساحة تقدر بحوالي 940.1 كم^2 بنسـبة 17.3% من جملة مساحة منطقة الدراسة، وتعتبر أكبر نسبة تغطي أجـزاء المنطقـة وتكـون أكثـر انتشارا في المنطقة الساحلية، حيث تمتد على الحافات الصدعية الطولية التي تمتد من الشرق إلى الغرب إضافة إلى أغلب حافات مجاري الأودية.
- تبلغ مساحة الأراضي التي تنحدر جهة الشمال الغربي 821.1 كم^2 بنسبة 15.1% من جملة مساحة المنطقة وهي تغطي معظم أجزاء المنطقة ويكثر تواجـدها علـى حافـات مجـاري الأودية وبعض الحافات الصدعية.
- تقدر مساحة الأراضي التي تنحدر جهـة الشـمال الشـرقي 736.9 كـم^2 بنسـبة 13.5% من مساحة المنطقة ويزيد انتشارها في الجزء الشرقي خاصة مـن مصـب حـوض وادي المعترض حتى حوض وادي الكيب.
- تتقارب مساحة الأراضي التي تنحدر باتجاه الجنـوب الغربـي والجنـوب الشـرقي مـن حيث المساحة، وتغطي الأراضي التي تنحدر جهة الجنوب الغربـي مسـاحة 625.2 كـم^2

بنسبة 11.5%، وتبلغ الأراضي التي تنحدر جهة الجنوب الشرقي مساحة 615.3 كم^2 بنسبة 11.3% من جملة مساحات المنطقة، وتنتشر في الأجزاء الوسطى في مناطق المنخفضـــات "السقايف"، الواقع بين الحافات الصدعية من بئر الأشهب حتى باب الزيتون إضافة إلى بعض الأجزاء الجنوبية وأجزاء من المنطقة الساحلية بمنطقة أم ركبة ورأس عزاز.

- تنتشر الأراضي التي تنحدر جهة الغرب في معظم منطقة الدراسة وهي تغطي معظم حافات الأودية وتقدر مساحتها بحوالي 580 كم^2 بنسبة 10.7% من جملة مساحة منطقة الدراسة.
- تبلغ مساحة الأراضي التي تنحدر جهة الجنوب مساحة 570.5 كم^2 بنســبة 10.5% وهــي تغطي كل الأجزاء الجنوبية من المنطقة.
- تظهر الأراضي التي تنحدر جهة الشرق بشكل متفرق في جميع أجزاء المنطقة، وتغطي أقل مساحة تقدر بحوالي 532.7 كم^2 بنسبة 9.8% من جملة مساحة المنطقة، وتكثر في الجــزء الشرقي من المنطقة، في منطقة أمساعد والبردية وبعض حافات مجاري الأودية.

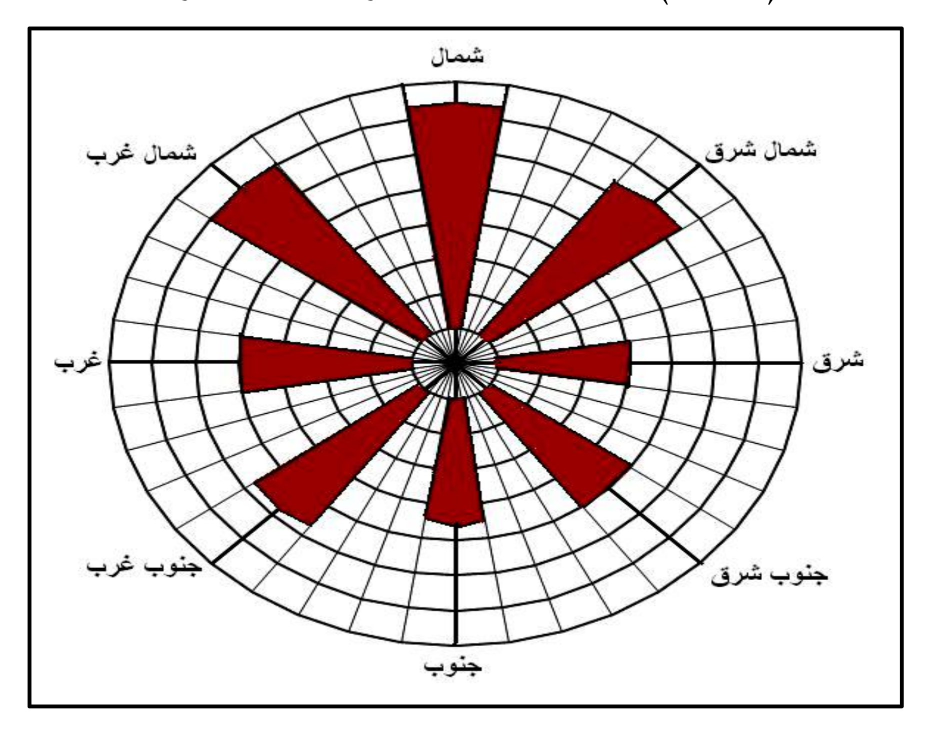
من خلال تحليل خريطة اتجاه الانحدارات بالمنطقة نلاحظ أن أغلــب المنحــدرات تأخــذ الاتجاه ناحية الشمال والشمال الغربي والشمال الشرقي، وذلك تمشيا مع الشكل العــام للهضــبة، والذي يرجع في تكوينها إلى العوامل الباطنية المتمثلة في حركات الرفع والتصدع التي أصـــابت المنطقة خلال الزمن الثالث، والتي أدت إلى رفع الكتل الصخرية إضافة إلى الدور الــذي لعبتــه عوامل التعرية المائية المتمثلة في شبكات التصريف الأودية والتي قامت بنحت الأجــزاء اللينــة من الصخور واتبعت أماكن الشقوق والفواصل مما أدي إلى ظهور اتجاهات جديدة للمنحــدرات أهمها الاتجاه شرق ــ غرب وذلك تمشيا مع اتجاهات الأودية التي تمتد من الشمال إلى الجنوب.

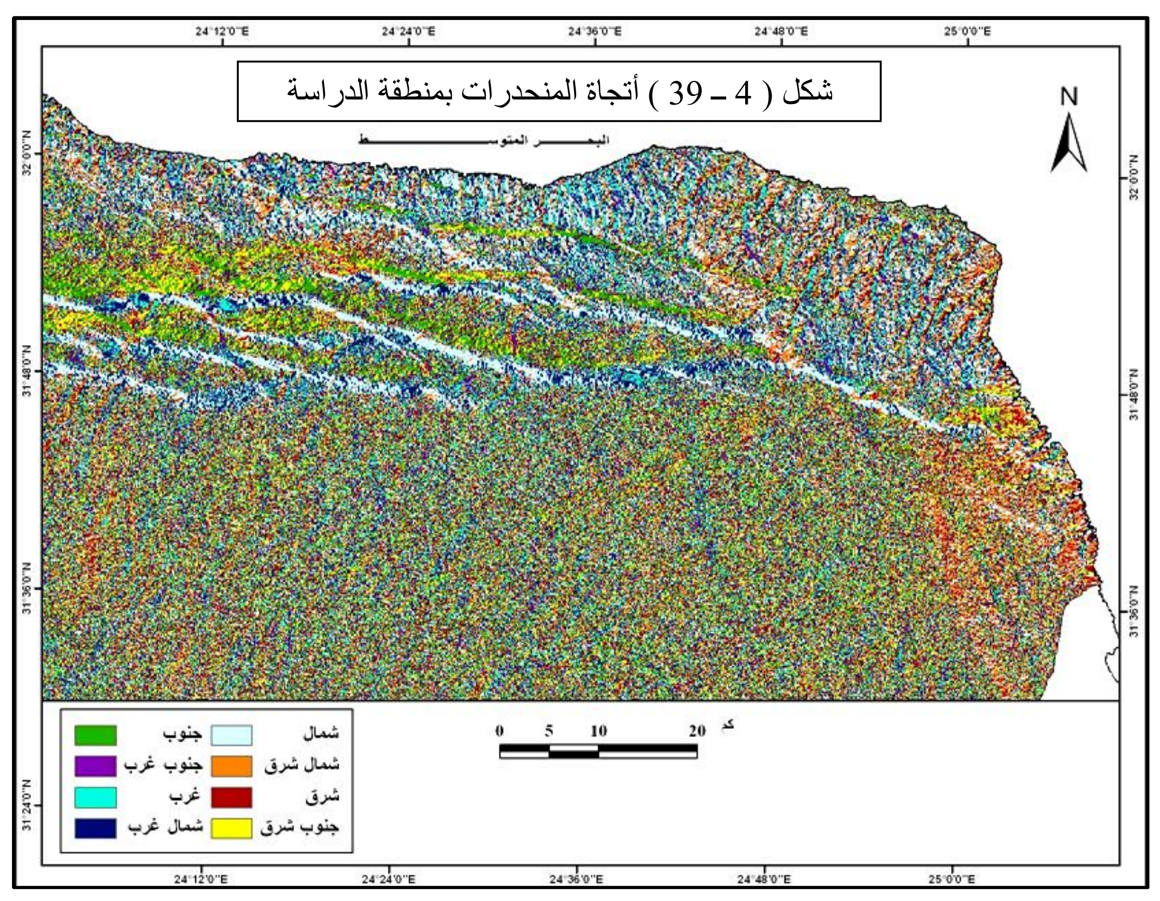
جدول (4 ــ 4) اتجاهات الانحدار ومساحاتها ونسبها

الرقم	الاتجـــــــاه	مساحة الاتجاه كم^2	نسبة المساحة%	نسبة التكرار %
1	الشمال	940.1	17.3	13.9
2	الشمال الشرقي	736.9	13.5	13.3
3	الشرق	532.7	9.8	11.4
4	الجنوب الشرقي	615.3	11.3	12.1
5	الجنوب	570.5	10.5	11.0
6	الجنوب الغربي	625.7	11.5	12.4
7	الغرب	580.5	10.5	11.9
8	الشمال الغربي	821.1	15.1	13.6

المصدر : إعدد الطالب ، بالاعتماد علي نموذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام برنامج ARC GIS 9.2.

شكل (4 ــ 38) نسبة اتجاهات الانحــدار بمنطقـــــة الدراســــــة





المصدر: إعدد الطالب، بالاعتماد علي نموذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام برنامج ARC GIS 9.2.

3 ـ تحليل القطاعات الميدانية للمنحدرات :

تهدف دراسة وتحليل القطاعات الميدانية للمنحدرات إلى تحديد الخصائص المورفومترية للمنحدرات والمرحلة التطورية التي تمر بها، وذلك من خلال تحليل زوايا الانحدار وتحليل معدل التقوس.

3 ـ 1 ـ طريقة دراسة وقياس القطاعات الميدانية للمنحدرات :

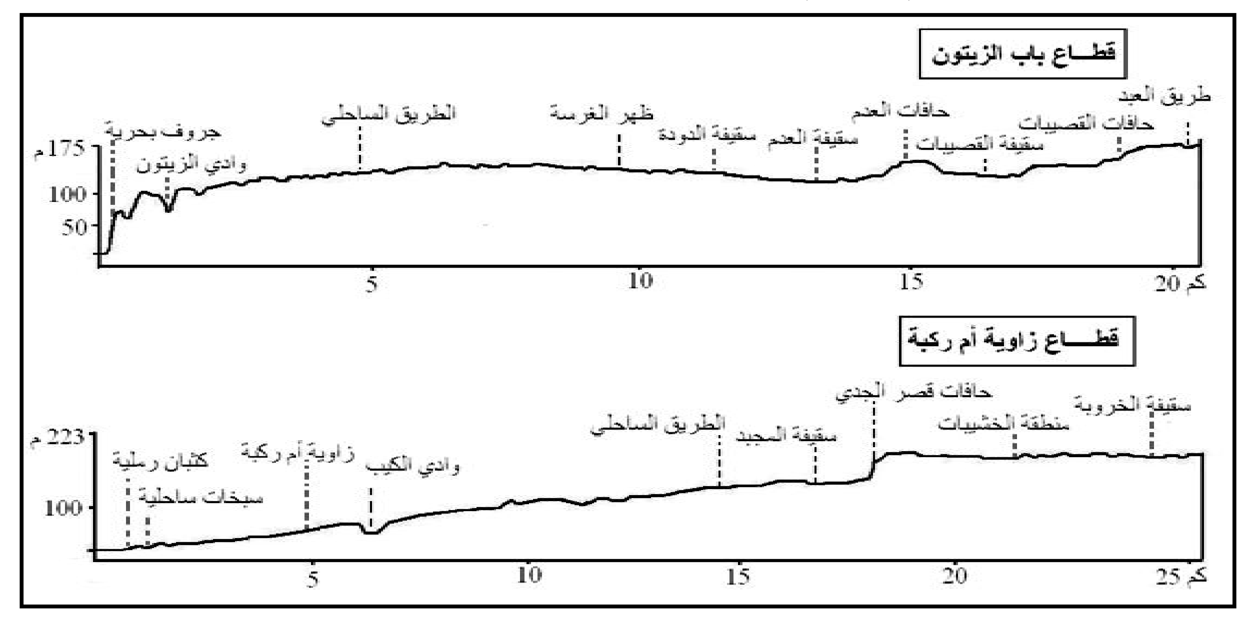
- تم اختيار مواقع القطاعات من الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية والمرئية الفضائية ETM وبرنامج Google Earth وذلك لتحديد أفضل المواقع لعمل القطاعات وكيفية الوصول إليها.
- روعِيَ أن تكون القطاعات موزعة على مختلف أنواع التكوينات الجيولوجية ومختلف أنواع المنحدرات، وأهم الأشكال الجيومورفولوجية السائدة بالمنطقة.
- تم اختيار القطاعات في أماكن بعيدة قدر المستطاع عن أي تدخل بشري، ولم تمتد لها يد الإنسان ولم يحدث لها أي تغير أو تعديل في شكل المنحدرات.
- تم قياس قطاعات الانحدار باستخدام جهاز ابني ليفل Abny ـ Level لقياس زوايا الانحدار، وبوصلة لتحديد الاتجاه، وشريط قياس لقياس المسافات الأرضية بين كل نقطتي تغير في الانحدار.
- تم قياس المسافات ودرجات الانحدار بين نقط التغير في الانحدار بغض النظر عن طول المسافة الأرضية، وعندما كانت المسافة تطول دون تغير، كان القياس يتم على مسافات متساوية.
- تم قياس عدد أربعة قطاعات بلغ طول الأول 20 كم بمنطقة باب الزيتون ابتداء من ساحل البحر في الشمال وينتهي قرب طريق أنور باشا في الجنوب، والثاني بطول 25 كم بمنطقة زاوية أم ركية، ويبدأ من منطقة الكثبان الرملية على خط الساحل في الشمال إلى ما بعد حافات منطقة قصر الجدي بمنطقة الخشيبات يوضحه الجدول (4 ـ 5)، والثالث على جوانب الأودية وتم قياس 10 قطاعات بطول 4071 متر ويوضحه الجدول (4 ـ 6)، والرابع على الحافات الصدعية وتم قياس 20 قطاع بطول 6692 متر ويوضحه الجدول (4 ـ 7)، وتوضح (الأشكال 4 ـ 40 و4 ـ41 و4 ـ 42)، القطاعات الميدانية وتوزيعها، ويوضح (شكل 4 ـ 43) مواقع القطاعات الانحدارية.
- تم تسجيل جميع البيانات الخاصة بكل قطاع أثناء عملية القياس من حيث قياس الطول وزوايا الانحدار والرواسب وحجمها والغطاء النباتي وفقاً للنموذج الذي أعده محمود محمد عاشور (1979، ملحق 1، 1995، ص12).

- تم ترتيب زوايا الانحدار تصاعديا من صفر إلى 90°، وتم تصنيف زوايا الانحدار وفقا لتصنيف Young (137. p.1972)، وللتعرف على أشكال المنحدرات السائدة فقد تم حساب معدل التقوس لقطاعات المنحدرات، الذي عرفه Young (137. p.1972) بأنه معدل التغير في زاوية الانحدار مع المسافة الأرضية باتجاه أسفل المنحدر معبرا عنه بالدرجات لكل 100 متر، وتم حساب معدل التقوس بطريقة (Abdel – Rahaman etal. 1980. pp. 33.34)، لسهولة انتشارها بين الأبحاث الجيومورفولوجية (محمود محمد عاشور، 1979، ص135، 144)، وسوف يتم دراسة خصائص القطاعات الانحدارية على النحو **التالي:**

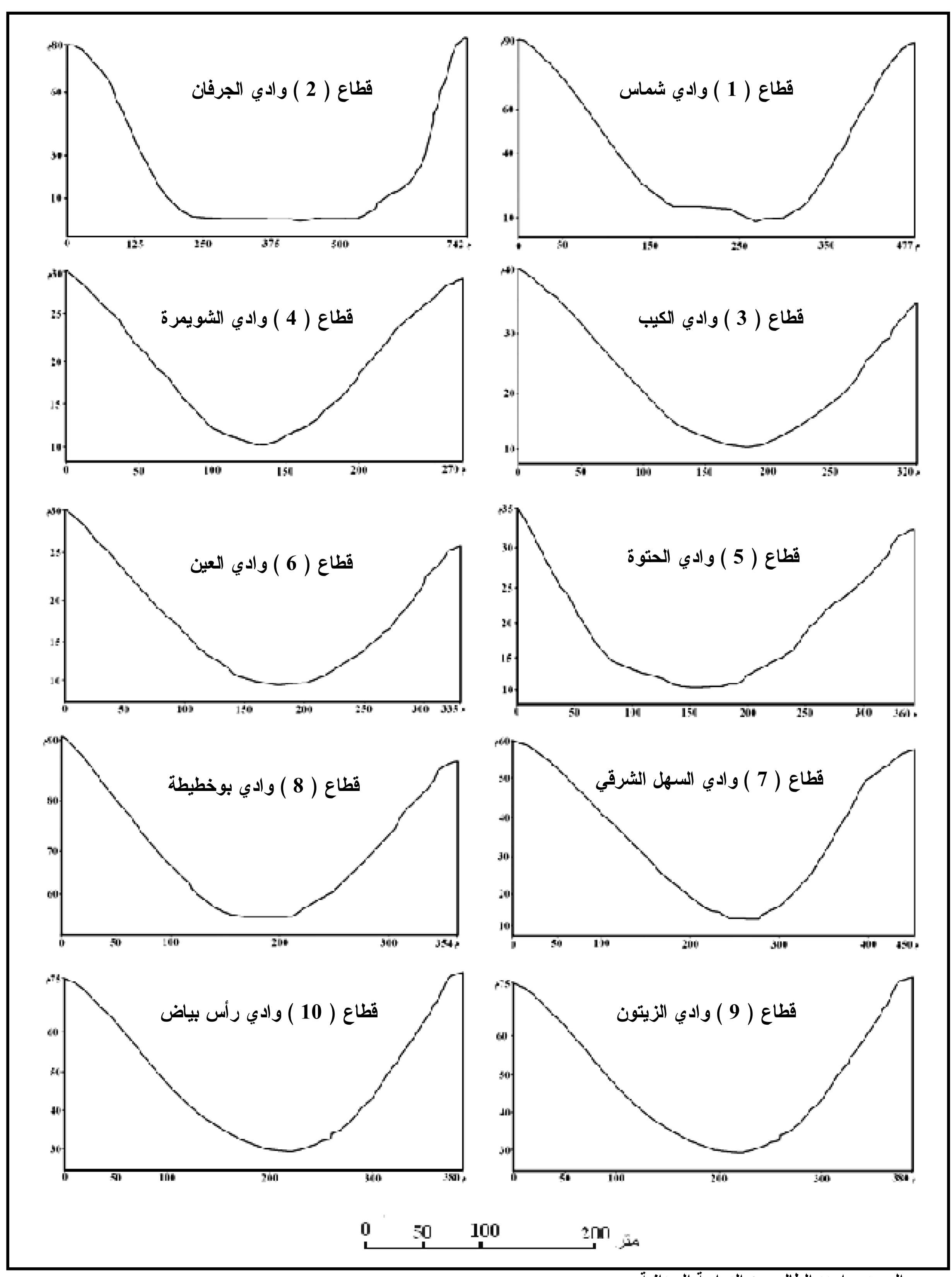
جدول (4 ــ 5) أطوال قطاعات الانحدار ومتوسط درجة انحدارها

رقم القطاع	الموقع	الطول (متر)	متوسط درجة الانحدار	نوع الصخور
1	قطاع باب الزيتون	20893	4.6	حجر جيري دولوميتي ــ حجر جيري طباشيري مع تداخلات من الكالكارنيت غني بالحفريات
2	قطاع زاوية أم ركبة	25203	3	كثبان رملية بالمنطقة الساحلية ــ حجر جيري طباشيري غني بالحفريات هش يحتوي على مارل مع قليل من الطفل
3	قطاعات جوانب الأودية	4071	18.3	حجر جيري دولوميتي ــ حجر جيري طباشيري مع تداخلات من الكالكارنيت مع قليل من الطفل غني بالحفريات
4	قطاعات الحافات	6692	8.2	حجر جيري طباشيري غني بالحفريات هشي يحتوي علي مارل مع قليل من الطفل مع وجود بعض من الكوارتز في طبقاتها غني بالحفريات
المجموع	ــــــ	56859	ــــ	ـــــــــــ

شكل (4 ــ 40) القطاعات الطولية لمنحدرات منطقة الدراسة

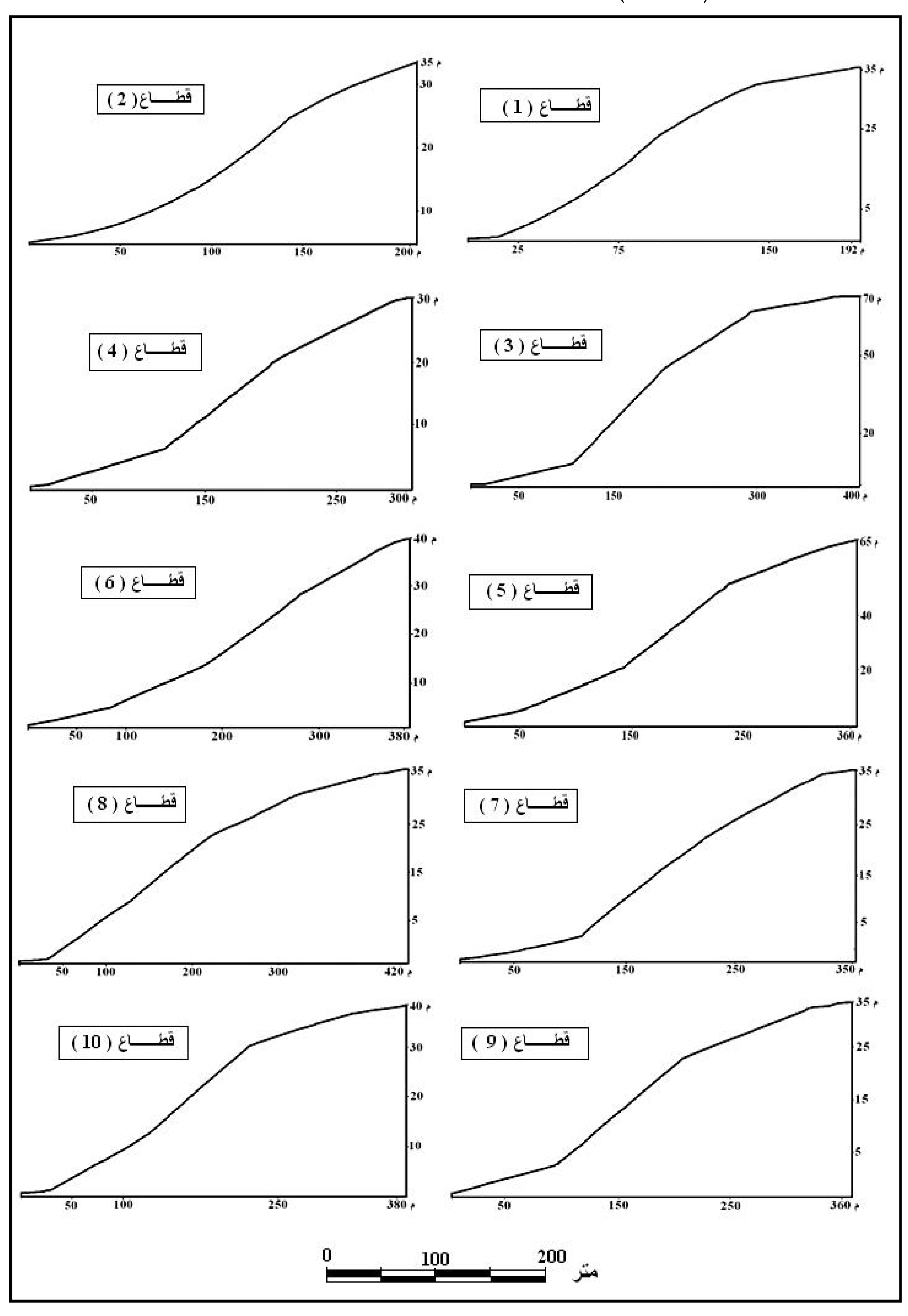


شكل (4 ــ 41) القطاعات العرضية لجوانب الاودية



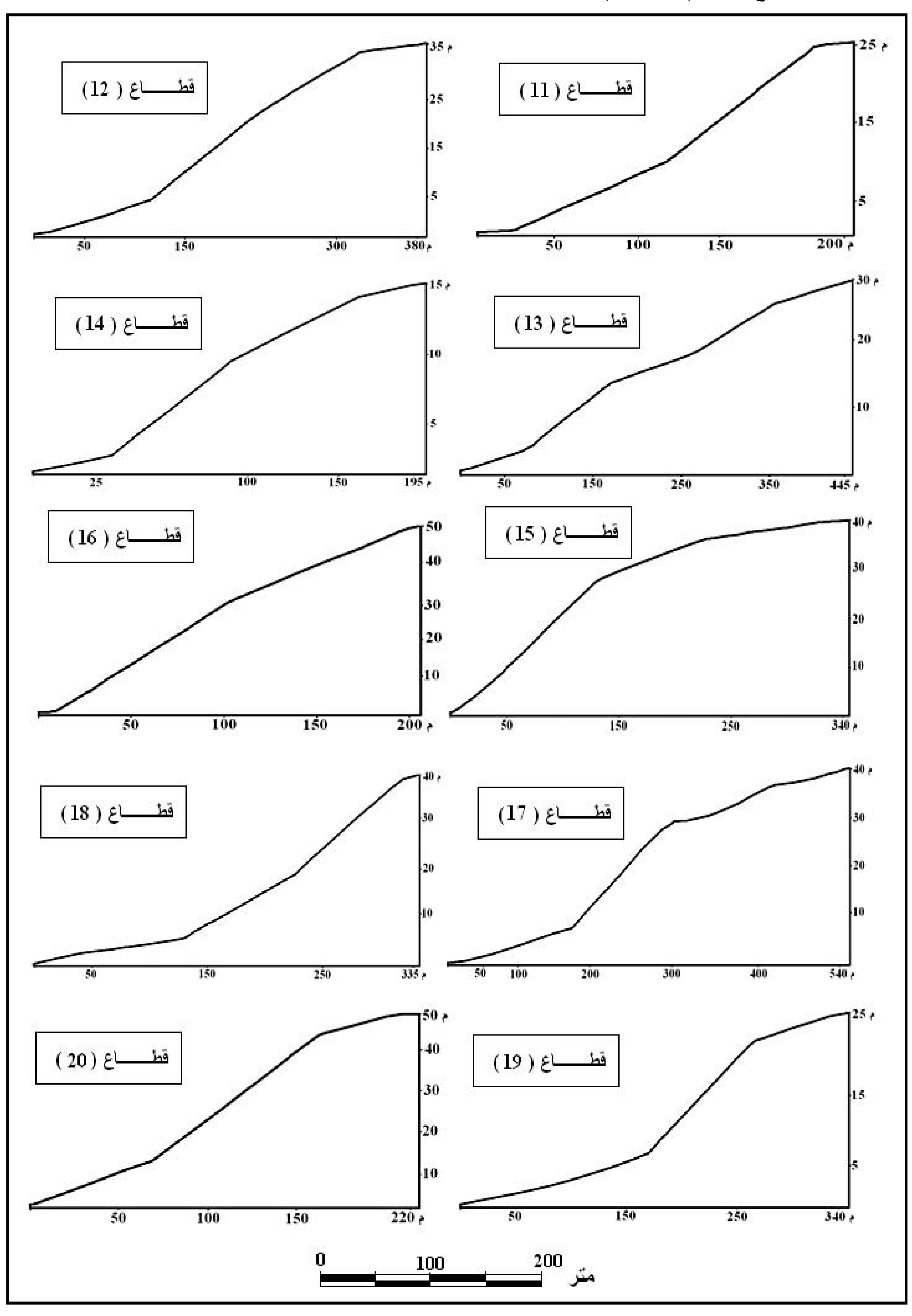
المصدر: إعدد الطالب من الدراسة الميدانية

شكل (4 ــ 42) قطاعات منحدرات الحافات بمنطقة الدراسة

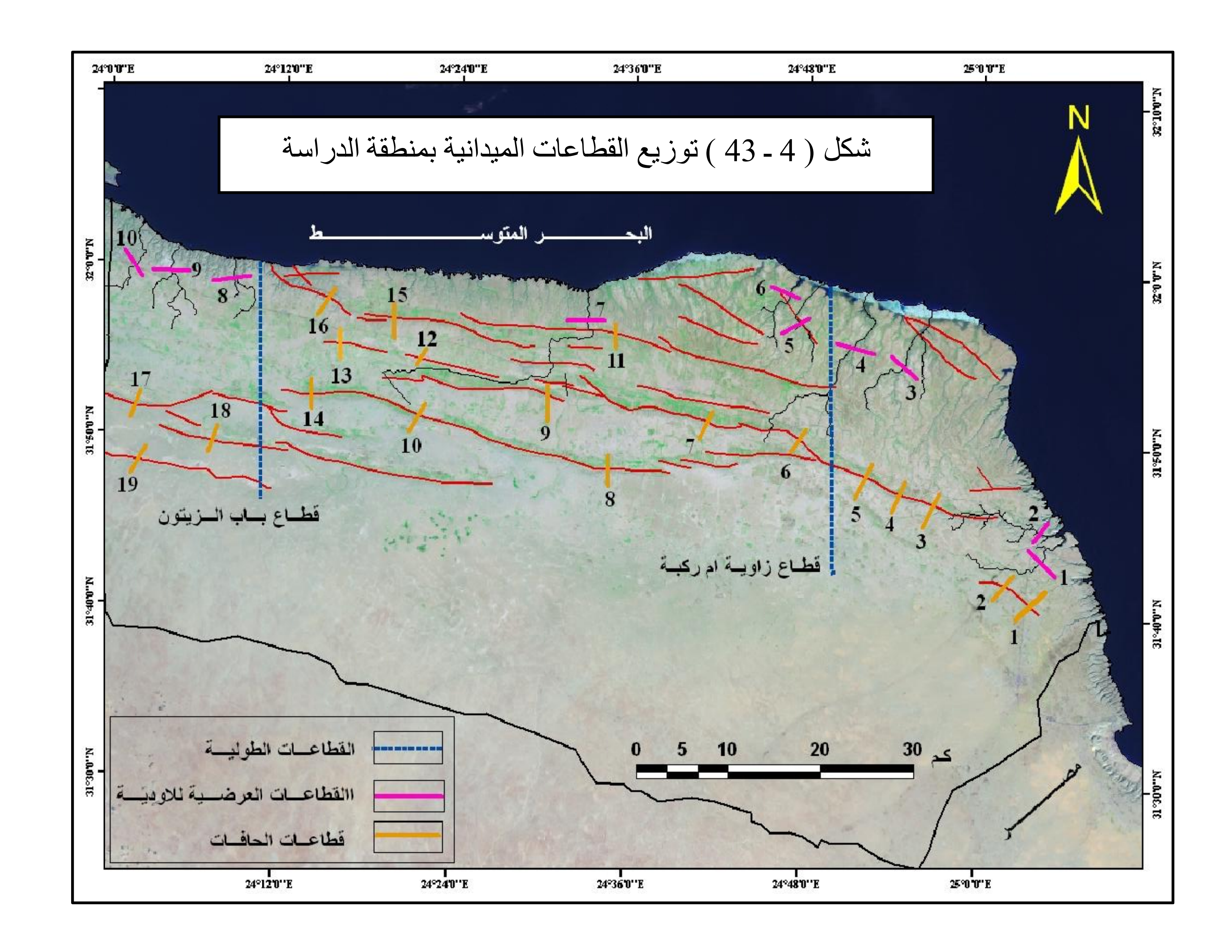


المصدر: إعداد الطالب من الدراسة الميدانية

تابع شكل (4 ــ 42) قطاعات منحدرات الحافات بمنطقة الدراسة



المصدر: إعدد الطالب من الدراسة الميدانية



شكل (4 - 43) توزيع القطاعات الميدانية بمنطقة الدراسة

جدول (4 ــ 6) أطوال القطاعات العرضية لجوانب الأودية

رقم القطاع	الموضع	الطول متر	نوع الصخور	رقم القطاع	الموضع	الطول متر	نوع الصخور
1	وادي شماس	742	جيرية	6	وادي الحتوة	335	جيرية
2	وادي الجرفان	477	جيرية	7	وادي السهل الشرقي	450	جيرية
3	وادي الكيب	320	جيرية	8	وادي الزيتون	384	جيرية
4	وادي الشويمرة	269	جيرية	9	وادي بوخطيطة	354	جيرية
5	وادي العين	360	جيرية	10	وادي رأس بياض	380	جيرية
المجموع	ــــ	ــــ	ــــ	ــــ	ــــ	4071	ــــ

جدول (4 ــ 7) أطوال قطاعات منحدرات الحافات

رقم القطاع	الموضع	الطول متر	نوع الصخور	رقم القطاع	الموضع	الطول متر	نوع الصخور
1	البردية	207	جيرية	11	كمبوت	217	جيرية
2	البردية	192	جيرية	12	القعرة	382	جيرية
3	قصر الجدي	418	جيرية	13	القعرة	445	جيرية
4	قصر الجدي	305	جيرية	14	القعرة	195	جيرية
5	قصر الجدي	368	جيرية	15	العقيلة	347	جيرية
6	قصر الجدي	382	جيرية	16	العقيلة	224	جيرية
7	بئر الاشهب	351	جيرية	17	العدم	549	جيرية
8	بئر الاشهب	420	جيرية	18	العدم	335	جيرية
9	كمبوت	364	جيرية	19	العدم	345	جيرية
10	كمبوت	386	جيرية	20	رأس بياض	260	جيرية
المجموع	ــــ	ــــ	ــــ	ــــ	ــــ	6692	ــــ

3 ـ 2 ـ تحليل زوايا الانحدار للقطاعات:

تفيد دراسة وتحليل زوايا الانحدار في معرفة الخصائص المورفومترية للمنحدرات، وفي التعرف على أشكال المنحدرات والمرحلة التطورية التي مرت بها، ويشكل التوزيع التكراري لزوايا الانحدار أهم الأساليب في عرض أوجه التشابه والاختلاف بين فئات الانحدار، ومن خلال القطاعات الميدانية التي تم قياسها يمكن تحليل زوايا الانحدار على النحو **التالي:**

3 ـ 2 ـ 1 ـ تحليل زوايا انحدار قطاع باب الزيتون:

من خلال دراسة التوزيع التكراري لزوايا انحدار قطاع باب الزيتون جدول (4 ــ 8) ومن (شكل 4 ــ 44) يتضح **ما يلي:**

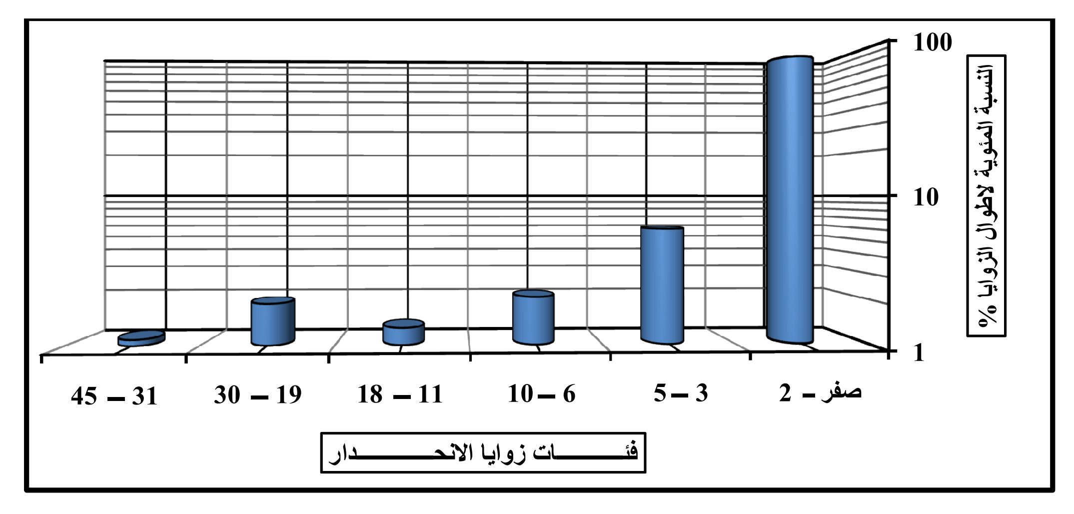
- تشكل فئة الانحدارات شبه المستوية (0ْ ــ 2ْ) نسبة 87.8 % من جملة طول القطاع بطول يبلغ حوالي 18359 متر، وبلغ تكرارها 131 بنسبة 64.3 % من جملة تكرار زاوية الانحدار، وكانت الزاوية 1 هي الزاوية الشائعة على طول القطاع، وتنتشر هذه الزوايا في قيعان الأودية وعلى المصاطب المستوية، وأراضي المنخفضات "السقايف" وتنتشر عليها أغلب المناطق الزراعية.
- تمثل فئة الانحدارات الخفيفة (3ْ ــ 5ْ) نسبة 6.3 % من جملة طول القطاع بطول يبلغ 1258 متر، وبلغت نسبة تكرارها 10.3%، وسجلت الزاوية 3 أكثر الزوايا الشائعة في هذه الفئة، وتنتشر هذه الزوايا على أسطح البيدمنت وبعض أسطح المصاطب وقيعان الأودية.
- تغطي فئة الانحدارات المتوسطة (6ْ ــ 10ْ) نسبة 2.1% من مجموع طول القطاع، بطول يبلغ 444 متر بنسبة تكرار 7.9% من جملة تكرار الزوايا، وسجلت الزاوية 9 أكثر الزوايا الشائعة، وتنتشر هذه الفئة على أسطح البدمنت أسفل الحافات وأسطح المصاطب الصخرية وعلى حافات بعض مجاري الأودية وعلى الحافات الصدعية.
- تشغل فئة الانحدارات الشديدة نسبيا والشديدة والشديدة جدا ما نسبته 3.9% من مجموع طول القطاع بطول يبلغ 833 متر بنسبة تكرار 17.3% بعدد 35 زاوية، وكانت الزوايا 15ــ 25 ــ 37 هي الزوايا الشائعة لتلك الفئات، وتغطي هذه الفئات القطاعات الوسطى من حافات الأودية، والحافات الصدعية الطولية، وتنتشر على هذه الفئات مخاريط الهشيم، كما ترتبط بها حركات الزحف الصخري وزحف المفتتات الصخرية والانزلاقات الأرضية، خاصة في الأجزاء التي تضم أودية وحافات منطقة باب الزيتون.

• استحوذت فئات الانحدار شبه المستوية والخفيفة والمتوسطة على أكبر نسبة لأطول فئات الانحدار، و بلغت نسبتها 95.9% من مجموع طول القطاع، وهذا يعكس بطبيعة الحال أن أغلب أراضي المنطقة بصفة عامة تتسم بسيادة الانحدارات شبه المستوية الخفيفة إلي المتوسطة.

جدول (4 ــ 8) التوزيع التكراري لزوايا الانحدار قطاع باب الزيتون

فئات درجات الانحدار	طبيعة الانحدار	التكرار	الطول (متر)	نسبة الطول%	الحدية السفلي	الحدية العليا	الزاوية الشائعة	متوسط درجة الانحدار
صفر ـ 2	شبة مستوي	131	18359	87.8	0	2	1	1
3 – 5	خفيفة	21	1258	6.0	3	5	3	3
6 – 10	متوسطة	15	444	2.1	6	10	9	6
11 – 18	شديدة نسبيا	11	272	1.3	11	18	15	14
19 – 30	شديدة	18	397	1.9	19	30	25	24
31 – 45	شديدة جداً	6	168	0.7	31	45	37	37
المجموع	ــــــ	202	20893	%100	ــــــ	ــــــ	ــــــ	14

شكل (4 ــ 44) التوزيع التكراري لزوايا انحدار قطاع باب الزيتون



3 ـ 2 ـ 2 ـ تحليل زوايا انحدار قطاع أم ركبة :

يغطي هذا القطاع جزءا من المنطقة الساحلية التي تنتشر عليها الكثبان الرملية، ويبلغ طولها من الشمال إلى الجنوب 25203 متر، ومن الجدول (4 ــ 9) و(شكل4 ــ 45) يتضح **مايلي:**

• تشكل فئة الانحدار شبه المستوية والخفيفة نسبة 90.2% من مجموع طول القطاع بنسبة تكرار بلغت 68.5% وكانت الزوايا (1ْ ــ 3ْ) هــي الزوايــا الشــائعة لتلــك الفئــات

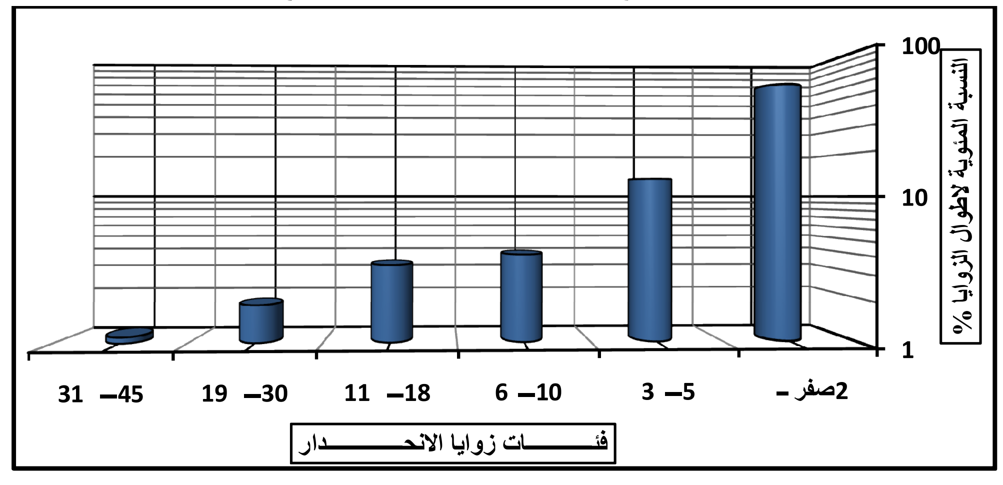
الانحدارية، وتنتشر أغلب هذه الفئات على المنطقة الساحلية ومنطقة السبخات خلف الكثبان الرملية، وقيعان بعض الأودية، مثل وادي الكيب والشويمرة ، وتنتشر عليها أغلب الأراضي الزراعية في هذه المنطقة.

- تمثل فئة الانحدار المتوسطة نسبة 4.0% من مجموع طول القطاع وبنسبة تكرار 11.2% من جملة تكرار الزوايا، وسجلت الزاوية 7 أكثر الزوايا الشائعة في هذه الفئة، وتغطى هذه الفئة الكثبان الرملية الساحلية وبعض حافات مجاري الأودية وأراضي البدمنت بمنطقة قصر الجدي.
- شكلت فئات الانحدار الشديد نسبيا والشديدة والشديدة جدا نسبة 5.7% من جملة طول القطاع بطول يبلغ 1443 متر وبنسبة تكرار بلغت 20.2% وسجلت الزوايا (18ـ 25 ـ 35) أكثر الزوايا الشائعة لتلك الفئات، وتغطي هذه الفئات الانحدارية معظم الأجزاء الوسطى من حافات الأودية والحافات الصدعية بمنطقة قصر الجدي، ويرتبط بهذه الفئات على طول المنحدرات حركة المواد من زحف للصخور وانزلا قات أرضية.

جدول (4 ــ 9) التوزيع التكراري لزوايا الانحدار قطاع زاوية أم ركبة

فئات درجات الانحدار	طبيعة الانحدار	التكرار	الطول (متر)	نسبة الطول%	الحدية السفلي	الحدية العليا	الزاوية الشائعة	متوسط درجة الانحدار
صفر ـ 2	شبه مستوي	122	19408	77.0	0	2	1	1
3 ـ 5	خفيفة	37	3330	13.2	3	5	3	3
6 ـ 10	متوسطة	26	1022	4.0	6	10	7	8
11 ـ 18	شديدة نسبيا	27	858	3.4	11	18	18	15
19 ـ 30	شديدة	16	473	1.8	19	30	25	26
31 ـ 45	شديدة جداً	4	112	0.44	35	45	35	37
المجموع	ـــــ	232	25203	%100	ـــــ	ـــــ	ـــــ	15

شكل (4 ــ 45) التوزيع التكراري لزوايا انحدار قطاع زاوية أم ركبة



3 ـ 2 ـ 3 ـ تحليل زوايا انحدار القطاعات العرضية للأودية:

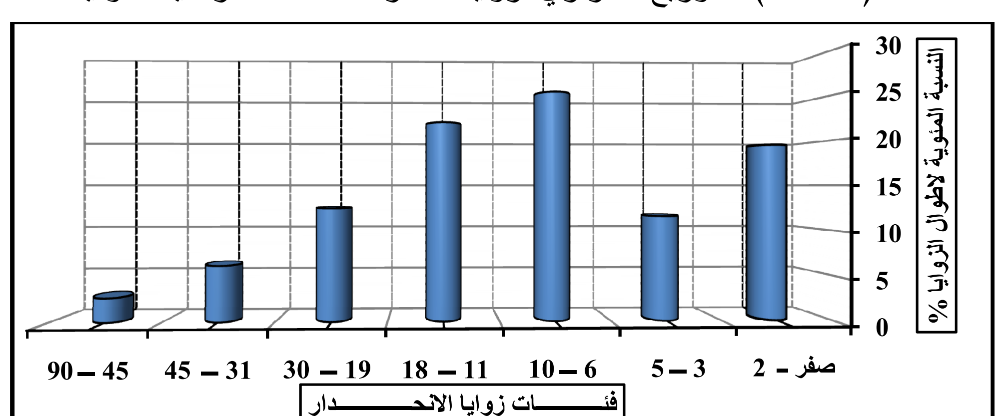
من دراسة التوزيع التكراري لزوايا الانحدار جدول (4 ــ 10) ومن (شكل 4 ــ 46) يتضح **ما يلي:**

- تمثل فئة الانحدار شبه المستوية والخفيفة والمتوسطة نسبة 56.4 % من جملة طول قطاعات الأودية، بنسبة تكرار بلغت 51% من جملة تكرار زوايا الانحدار، وسجلت الزوايا 2 ــ 5 ــ 8 أكثر الزوايا الشائعة في هذه الفئات، وتنتشر هذه الزوايا في قيعان الأودية وعلى المصاطب المستوية وفي الأجزاء الدنيا من القطاعات، لذلك فقد استُغلت معظم المصاطب الرسوبية في الزراعة خاصة في قطاعات وادي الجرفان والكيب والشويمرة والعين والحتوة والسهل الشرقي، قطاعات 2 ، 3 ، 5 ، 6 ، 7، كما تتناقص هذه الفئات في الأجزاء العليا من قطاعات الأودية بسب ضيق بطون الأودية واختفاء المصاطب الرسوبية وتركيز الأودية على النحت الرأسي بدلا من النحت الجاني.
- تشكل فئة الانحدار الشديد نسبيا والشديدة والشديدة جدا نسبة 40.6% من جملة طول القطاعات الأودية بنسبة تكرار 43.5% من جملة تكرارات الزوايا، وكانت الزوايا 15 ــ 25 ــ37 هي أكثر الزوايا الشائعة على تلك الفئات، وترتبط أغلب هذه الزوايا بالأجزاء الوسطى في معظم القطاعات.
- سجلت فئة الانحدار الجرفية في قطاعات وادي شماس والبردية والزيتون، بطول يبلغ 113 مترا بنسبة 2.7% بنسبة تكرار 1.7%، وتركز انتشارها في الأجزاء العليا من حافات هذه الأودية.

جدول (4 ــ 10) التوزيع التكراري لزوايا انحدار القطاعات العرضية للأودية

فئات درجات الانحدار	طبيعة الانحدار	التكرار	الطول (متر)	نسبة الطول%	الزاوية الشائعة	الحدية السفلي	الحدية العليا	متوسط درجة الانحدار
صفر ـ 2	شبه مستوي	51	794	19.5	2	0	2	1
3 – 5	خفيفة	40	475	11.6	5	3	5	3
6 – 10	متوسطة	80	1032	25.3	8	6	10	8
11 – 18	شديدة نسبيا	71	892	21.9	17	11	18	15
19 – 30	شديدة	46	510	12.5	24	19	30	25
31 – 45	شديدة جداً	28	255	6.2	34	31	45	37
45 – 90	جرفية	18	113	2.7	48	46	70	53
المجموع	ــ	334	4071	%100	ــ	ــ	ــ	20.2

شكل (4 ــ 46) التوزيع التكراري لزوايا انحدار القطاعات العرضية للأودية



3 ــ2 ــ4 ــ تحليل زوايا الانحدار لقطاعات الحافات:

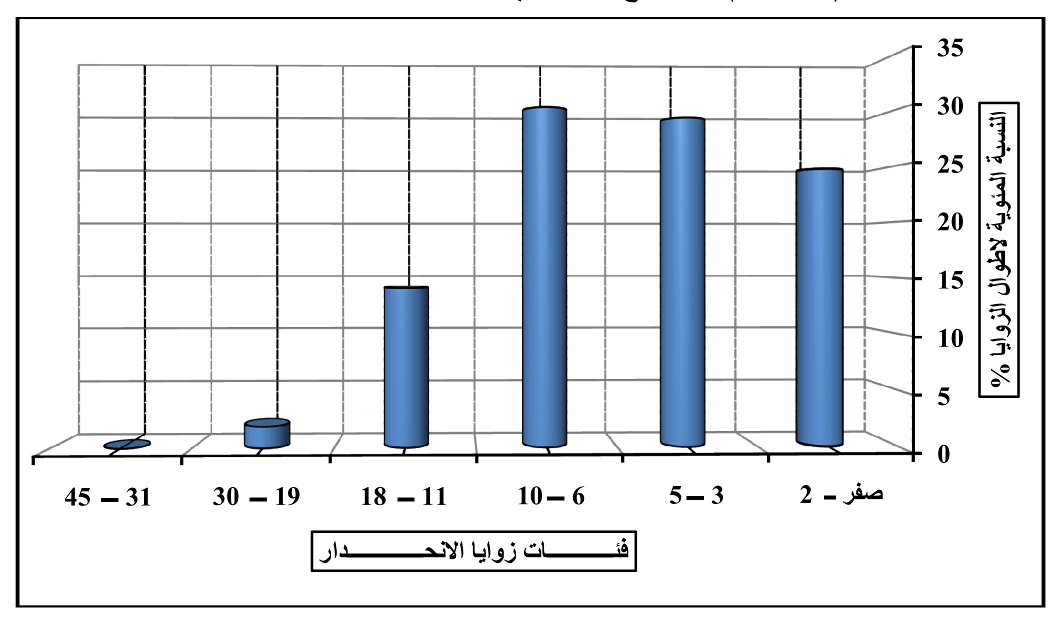
من دراسة التوزيع التكراري لزوايا انحدار قطاعات الحافات جدول (4 ــ 11) و (شكل4 ــ 47) يتضح م **ايلي:**

- تمثل فئة الانحدارات شبه المستوية والخفيفة إلى المتوسطة نسبة 84 % من جملة أطوال قطاعات الحافات، بطول يبلغ 5614 متر، بنسبة تكرار بلغت 82.7% من جملة تكرارات زوايا الانحدار، وسجلت الزوايا (2 ــ 3 ــ 8) أكثر الزوايا الشائعة على طول هذه الفئات، وتنتشر أغلب هذه الفئات وتغطي الأجزاء الدنيا والعليا من الحافات، كما تغطي منحدرات البدمنت وبعض الأجزاء الوسطي من منحدرات الحافات.
- شكلت فئة الانحدار الشديدة نسبياً والشديدة نسبة 16 % من جملة أطوال قطاعات الحافات، بطول يبلغ 1078 متر بنسبة تكرار بلغت 18%، وسجلت الزوايا (11ــ 21) أكثر الزوايا الشائعة على طول هذه الفئات، ورغم قلة ما تساهم به أطوال هذه الفئات على طول قطاعات الحافات إلا أنها ارتبطت بالأجزاء الوسطى في معظم القطاعات.

جدول (4 ــ 11) التوزيع التكراري لزوايا انحدار قطاعات الحافات

فئات درجات الانحدار	طبيعة الانحدار	التكرار	الطول (متر)	نسبة الطول %	الحدية السفلي	الحدية العليا	الزاوية الشائعة	متوسط درجة الانحدار
صفر ـ 2	شبه مستوي	65	1638	24.7	0	2	2	1
5 ــ 3	خفيفة	74	1960	29.2	3	5	3	4
10 ــ 6	متوسطة	77	2016	30.1	6	10	8	7
18 ــ 11	شديدة نسبيا	43	948	14.1	11	18	11	14
30 ــ 19	شديدة	5	130	1.9	19	27	21	23
45 ــ 31	شديدة جداً	ــــ	ــــ	ــــ	ــــ	ــــ	ــــ	ــــ
المجموع	ــــ	264	6692	%100	ــــ	ــــ	ــــ	ــــ


شكل (4 ــ 47) التوزيع التكراري لزوايا انحدار قطاعات الحافات



4 ــ تحليل معــدلات التقــوس:

الهدف من دراسة معدلات التقوس هو التعرف على أشكال المنحدرات السائدة بالمنطقــة، ما بين منحدرات محدبة يعبر عنها بالدرجات الموجبة، ومنحدرات مقعرة يعبر عنها بالدرجات السالبة، ومنحدرات مستقيمة تساوي صفر، وتتراوح قيم معدلات التقوس مابين (+90 ــــ – 90) والقيمة صفر تشير إلى الأجزاء المستقيمة، وتــم حســاب معــدل التقــوس لقطاعــات المنحدرات، الذي عرفه Young (p.1972 .13) بأنه معدل التغير في زاوية الانحدار مــع المسافة الأرضية باتجاه أسفل المنحدر معبرا عنه بالدرجات لكل 100متر، وتم حساب معدل التقوس بطريقة (Abdel – Rahaman etal. 1980. pp. 33.34).

وللوصول إلى معرفة الشكل العام للمنحدرات، تحسب نسبة التحدب عــن طريــق قســمة نسبة الأطوال الأرضية للأجزاء المحدبة على نسبة الأطوال الأرضية للأجزاء المقعــرة، وإذا كان الناتج أكبر من الواحد الصحيح دل ذلك على سيادة الأجزاء المحدبة، وإذا قل الناتج عــن الواحد الصحيح دل ذلك على سيادة الأجزاء المقعرة وبالتالي وصول المنحدرات إلى مرحلــة متقدمة من دورتها الجيومورفولوجية (محمــود محمــد عاشــور، 1979، ص135، 138)، وفيما يلي دراسة لمعدلات تقوس **القطاعات:**

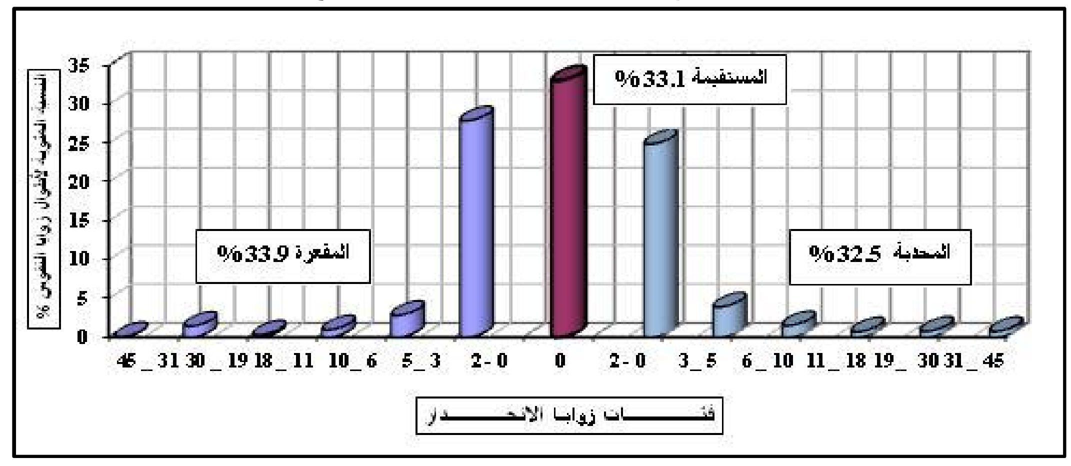
4 ـ 1 ـ تحليل معدلات تقوس قطاع باب الزيتون:

من دراسة الجدول (4 ـــ 12)، والمدرج التكراري لمعدلات تقوس قطاع باب الزيتون (شكل 4 ـــ 48) يتضح **ما يلي:**

جدول (4 ـــ 12) معدل التقوس لزوايا انحدار قطاع باب الزيتون

فئات درجات الانحدار	طبيعة الانحدار	المحـــــــــدبة		المقعـــــــــرة		النسبة الكلية
		الطول (متر)	نسبة الطول %	الطول (متر)	نسبة الطول %	
صفر	مستقيم	6921	33.1	ـــــ	ـــــ	33.1
صفر ـ 2	شبة مستوي	5214	24.9	5913	28.3	53.8
3 – 5	خفيفة	779	3.9	589	2.8	6.5
6 – 10	متوسطة	329	1.5	195	0.93	2.4
11 – 18	شديدة نسبيا	147	0.70	150	0.29	1.0
19 – 30	شديدة	185	0.77	308	1.4	2.2
31 – 45	شديدة جداً	155	0.74	13	0.06	0.8

شكل (4 ـــ 48) المدرج التكراري لمعدلات تقوس قطاع باب الزيتون



- بلغت نسبة التحدب لمنحدرات قطاع باب الزيتـــون 0.95 أي إنهـــا أقـــرب إلـــى ســـيادة المنحدرات المقعرة الشكل مع نسبة من التحدب الخفيفة، في حين تراوحت قـــيم التقـــوس مابين (+ 87 و – 74).
- تشكل العناصر المقعرة نسبته 33.9 % من جملة طول القطاع بالمنطقة بزوايـــا تقـــوس تتراوح ما بين (– 0.65 و – 73)، بينما شكلت العناصر المحدبة نسبه 32.5% من جملة طول القطاع، وبزوايا تقوس تتراوح مابين (1 و 87)، وتغطي الأجزاء المستقيمة نســـبة 33.1% من جملة طول القطاع، وتمثلت في قيعان الأودية وعلى المصـــاطب الصـــخرية وأراضي المنخفضات والأراضي المستوية على سطح الهضبة ما بعد الحافات، إضافة إلى

بعض الأجزاء من القطاعات الوسطى من حافات الأودية والحافات الصدعية وتشير سيادة العناصر المقعرة إلى تطور المنحدرات وتقدمها في دورتها الجيومورفولوجية، وتعد المياه الجارية من العوامل الرئيسة المسؤولة عن تشكيل منحدرات المنطقة.

- ارتفاع نسبة التقوس في الفئات شبة المستوية في كل من العناصر المقعرة والمحدبة، واستحوذت فئة التقوس شبه المستوية على 53.8% من نسبة الطول، واستأثرت فئة العناصر المقعرة على 27.9% والمحدبة 24.9% من جملة طول القطاع.
- شكلت نسبة التقوس في الفئات الخفيفة والمتوسطة، ما نسبته 8.9% من جملة طول القطاع، وسجلت العناصر المحدبة نسبة 3.7% وتنتشر هذه الفئة على الأجزاء العليا من الحافات الأودية والحافات الصدعية وبعض من الأجزاء الوسطى التي ترتبط بالاختلافات اللثيولوجية للصخور ونظام الشقوق والفواصل التي تؤدى إلى تفكك وتجزئة الكتل الصخرية وفصلها ثم زحفها باتجاه أسفل المنحدر، بينما شكلت العناصر المقعرة نسبة 2.8% من جملة طول القطاع، وارتبطت بالأجزاء الدنيا من منحدرات حافات الأودية والحافات الصدعية وأراضي البدمنت.
- شكلت فئة التقوس الشديدة نسبيا والشديدة والشديدة جدا نسبة 3.9%، بينما شكلت العناصر المحدبة نسبة 2.2%، والعناصر المقعرة 1.7% من جملة طول القطاع، ونلاحظ انخفاضا في نسبة معدلات التقوس في الفئة (11 ــ 18) ثم ارتفاعا بسيطا في الفئة (19 ــ 30)، حيث تمثل هذه الفئات في حافات الأودية والحافات الصدعية، ثم نلاحظ انخفاضا في نسبة فئة التقوس الشديدة جدا إلى أقل من 0.8% من العناصر المحدبة والمقعرة، ولم تتجاوز درجة الانحدار عن 45 درجة، وغابت عن القطاع فئات التقوس الجرفية.

4 ــ 2 ــ تحليل معدلات تقوس قطاع أم ركبة:

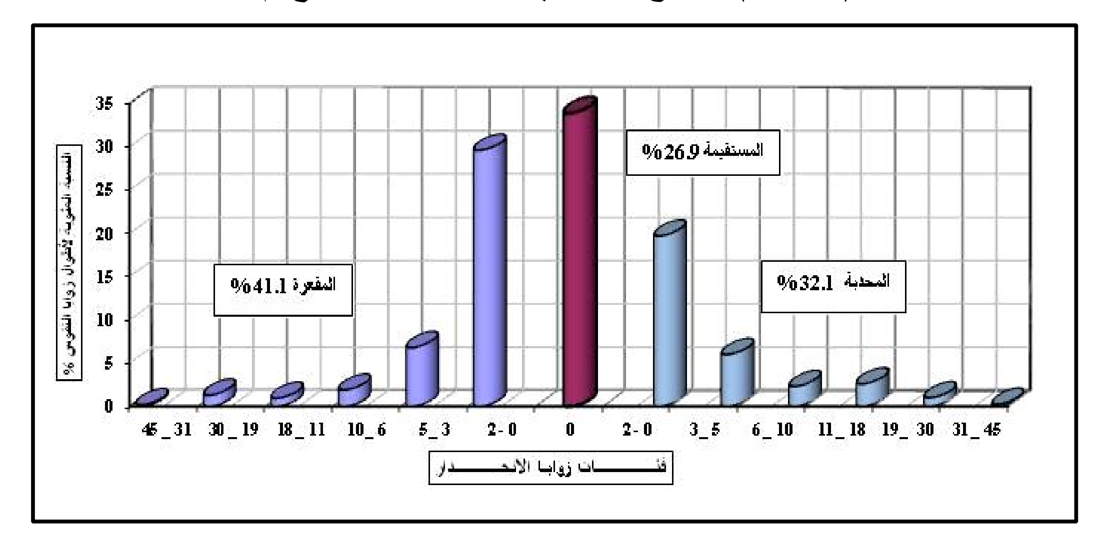
من الجدول (4 ــ 13) والمدرج التكراري لزوايا تقوس قطاع أم ركبة (شكل 4 ــ 49) يتضح **ما يلي:**

- بلغت نسبة التحدب لمنحدرات قطاع أم ركبة 0.78 أي إنها أقرب إلى سيادة المنحدرات المقعرة الشكل، في حين تراوحت قيم التقوس مابين (+ 45 و − 53).
- شكلت العناصر المقعرة 41.0% من جملة طول القطاع، بينما شكلت العناصر المحدبة 32.1% من جملة طول القطاع، وشكلت الأجزاء المستقيمة نسبة 26.9% من جملة طول القطاع، وارتبطت أغلبها بالأراضي الزراعية المستوية وأراضي السبخات التي تلي الكثبان الرملية ومصاطب الأودية وبعض من الأجزاء الوسطي من حافات الأودية والحافات الصدعية بمنطقة قصر الجدي.

جدول (4 ــ 13) معدل التقوس لزوايا انحدار قطاع زاوية أم ركبة

فئات درجات الانحدار	طبيعة الانحدار	المحـــــــدبة		المقعـــــــرة		النسبة الكلية
		الطول (متر)	نسبة الطول %	الطول (متر)	نسبة الطول %	
صفر	مستقيم	6784	26.9	——	——	26.9
صفر - 2	شبه مستوي	4990	19.7	7484	29.6	49.3
3 – 5	خفيفة	1532	6.0	1735	6.8	12.8
6 – 10	متوسطة	604	2.3	483	1.9	4.2
11 – 18	شديدة نسبيا	659	2.6	237	0.94	3.5
19 – 30	شديدة	260	1.0	352	1.3	2.3
31 – 45	شديدة جداً	64	0.25	48	0.19	0.44

شكل (4 ــ 49) المدرج التكراري لمعدلات تقوس قطاع أم ركبة



- ارتفاع نسبة التقوس في الفئات الدنيا في كل من العناصر المحدبة والمقعرة، وشكلت فئة التقوس شبه المستوية والخفيفة والمتوسطة نسبة 66.3%، منها 38.3% تمثلها العناصر المقعرة وارتبطت بالأجزاء الدنيا من حافات الأودية وأراضي البدمنت وعلى الكثبان الرملية الساحلية، والعناصر المحدبة 28.0 % تمثلها الأجزاء العليا من حافات الأودية والحافات الصدعية وبعض من الأجزاء الوسطى.
- انخفاض فئات معدلات التقوس الشديدة نسبيا إلى الشديدة جدا، ولم تشكل سوى 6.4% من جملة طول القطاع، وشكلت العناصر المحدبة 3.8% والعناصر المقعرة 2.4%، ولم تتجاوز درجة الانحدار عن 45 درجة، وغابت عن هذا القطاع فئات التقوس الجرفية.

4 ـ 3 ـ تحليل معدلات تقوس القطاعات العرضية للأودية:

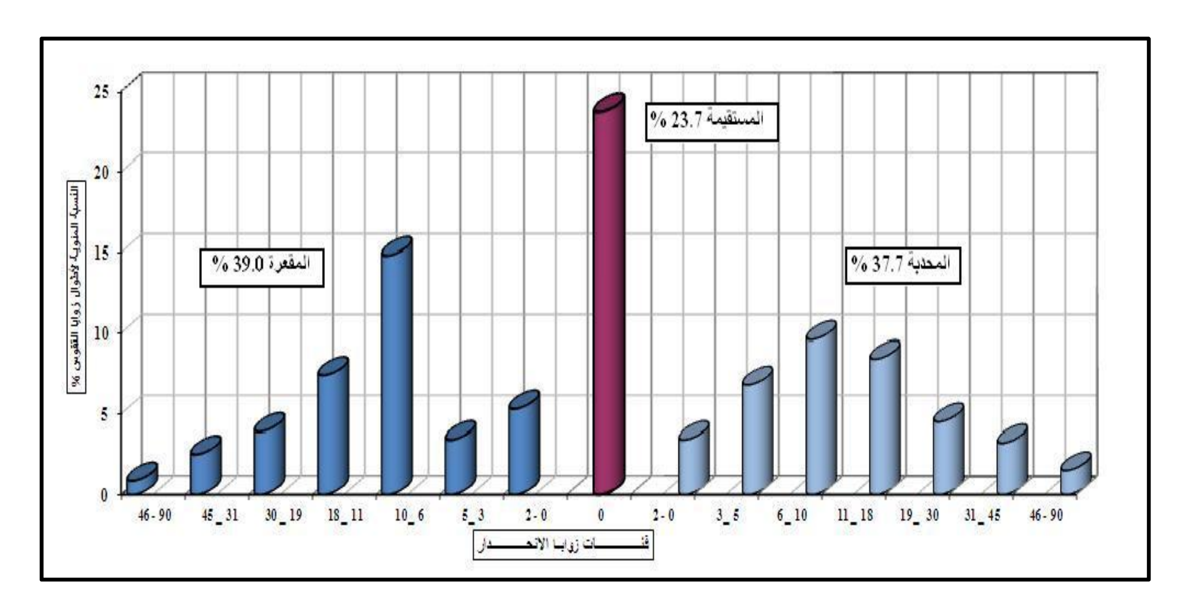
من دراسة الجدول (4 ــ 14) والمدرج التكراري (شكل 4 ــ 50) يتضح ما يلي:

- بلغت نسبة التحدب لمنحدرات القطاعات العرضية للأودية 0.96 وهي أقرب إلي سيادة المنحدرات المقعرة مع نسبة من التحدب الخفيفة، في حين تراوحت قيم التقوس مابين (+90 و−89).
- تشكل العناصر المقعرة ما نسبته 39.0 % من جملة طول القطاع بزوايا تقوس تتراوح ما بين(− 1.4 ــ − 89)، بينما شكلت العناصر المحدبة نسبة 37.7 % من جملة طول القطاع بزوايا تقوس تتراوح مابين (1.5 ــ 90)، وتغطي العناصر المستقيمة نسبة 23.7%، وتشير سيادة العناصر المقعرة إلى تطور منحدرات جوانب الأودية وتقدمها في دورتها الجيومورفولوجية.
- بلغت نسبة التقوس في فئة الانحدار شبه المستوية والخفيفة والمتوسطة نسبة 43.4 % من جملة طول القطاع في كل العناصر المقعرة والمحدبة، واستحوذت فئة التقوس المتوسطة على نسبة 24.4%، منها 14.8% في العناصر المقعرة و9.6 % في العناصر المحدبة، وارتبطت أغلب العناصر المقعرة شبة المستوية والخفيفة بالأجزاء الدنيا من حافات الأودية.
- شكلت نسبة التقوس في فئة الانحدار الشديدة والشديدة جدا والجرفية نسبة 32.2% من جملة طول قطاعات الأودية، في كل من العناصر المقعرة والعناصر المحدبة، وشكلت العناصر المحدبة نسبة 17.6%، وتمثلت في الأجزاء العليا لحافات الأودية وبعض من الأجزاء الوسطى، وشكلت العناصر المقعرة مانسبته 14.6%، وارتبطت الأجزاء ذات التقعر الشديد بمناطق الجروف ومناطق الاختلافات اللثيولوجية للصخور ونظام الشقوق والفواصل خاصة في قطاعات وادي شماس والجرفان والزيتون.

جدول (4 ــ 14) معدل التقوس لزوايا انحدار القطاعات العرضية للأودية

فئات درجات الانحدار	طبيعة الانحدار	المحدبة		المقعرة		نسبة الكلية
		الطول(متر)	نسبة الطول %	الطول(متر)	نسبة الطول %	
صفر	مستقيم	965	23.7	ــــ	ــــ	23.7
صفر ـ 2	شبه مستوي	140	3.4	219	5.3	8.7
3 – 5	خفيفة	280	6.8	140	3.4	10.3
6 – 10	متوسطة	393	9.6	604	14.8	24.4
11 – 18	شديدة نسبيا	342	8.4	305	7.4	15.8
19 – 30	شديدة	186	4.5	161	3.9	8.4
31 – 45	شديدة جداً	133	3.2	105	2.5	5.7
46 ــ 90	جرفيه	63	1.5	35	0.85	2.3

شكل (4 ــ 50) المدرج التكراري لمعدلات تقوس القطاعات العرضية للأودية



4 ــ 4 ــ تحليل معدلات تقوس قطاعات الحافات:

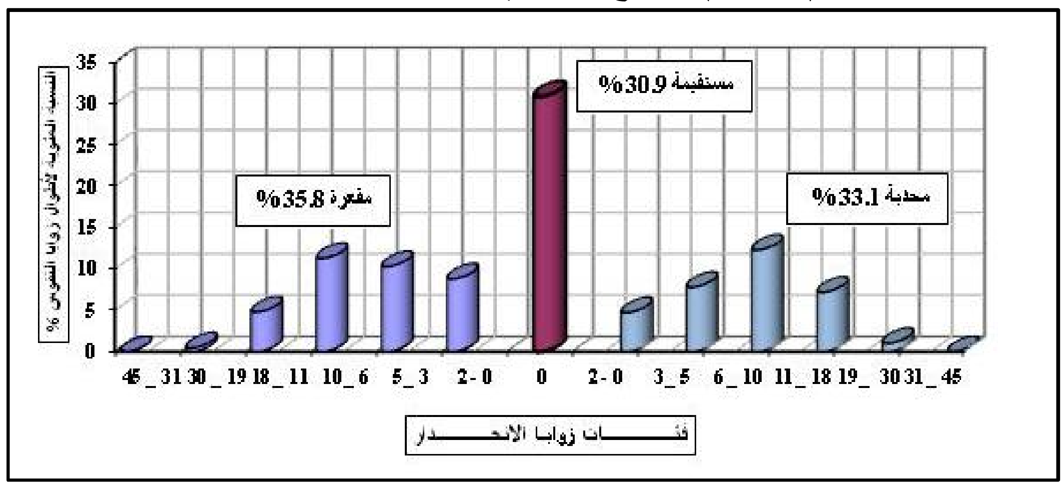
من خلال تحليل الجدول (4 ــ 15) والمدرج التكراري لمعدلات تقوس قطاعات الحافات شكل (4 ــ 51) يتضح **مايلي:**

- بلغت نسبة التحدب لمنحدرات الحافات 0.92 أي إنها أقــرب إلــى ســيادة المنحــدرات المقعرة الشكل مع نسبة من التحدب الخفيفة في حــين تراوحــت قــيم التقــوس مــابين (+35 و ــ 40).
- شكلت العناصر المقعرة نسبة 35.8 % من جملة أطــوال القطاعــات، بينمــا شــكلت العناصر المحدبة نسبة 33.1 % من جملة أطوال القطاعات، وتغطي الأجزاء المستقيمة نسبة 30.9 % من جملة أطوال القطاعات.
- شكلت نسبة معدلات التقوس في الفئات المقعرة شبة المســتوية والخفيفــة والمتوســطة 30.4 % من جملة أطوال القطاعات، وترتبط أغلبها بالأجزاء الــدنيا مــن منحــدرات الحافات وأراضي البدمنت، بينما ساهمت العناصر ذات التقعر الشديدة نســبياً والشــديدة بنسبة 5.2 % من جملة أطوال القطاعات، وتمثلت في الأجزاء الوسطى من القطاعــات وبمناطق الاختلافات اللثيولوجية للصخور.
- شكلت نسبة معدلات تقوس العناصر المحدبة شبة المستوية والخفيفة والمتوسطة 24.8% منها 12.3% في فئات التحدب المتوسط، بينما ساهمت فئات التقوس الشــديدة نســبياً والشديدة بنسبة 8.2 % من جملة أطوال القطاعات، وارتبطــت بــالأجزاء العليــا مــن القطاعات.

جدول (4 ــ 15) معدلات التقوس لزوايا انحدار قطاعات الحافات

فئات درجات الانحدار	طبيعة الانحدار	المحـــــــدبة		المقعـــــــرة		النسبة الكلية
		الطول (متر)	نسبة الطول %	الطول (متر)	نسبة الطول %	
صفر	مستقيم	2070	30.9	ـــــ	ـــــ	30.9
صفر ـ 2	شبه مستوي	315	4.7	592	8.8	13.5
3 – 5	خفيفة	525	7.8	695	10.3	18.1
6 – 10	متوسطة	827	12.3	760	11.3	23.6
11 – 18	شديدة نسبيا	483	7.2	325	4.8	12.0
19 – 30	شديدة	70	1.0	30	0.44	1.44
31 – 45	شديدة جداً	ـــــ	ـــــ	ـــــ	ـــــ	ـــــ

شكل (4 ــ 51) المدرج التكراري لمعدلات التقوس لقطاعات الحافات



يتضح من خلال تحليل القطاعات الانحدارية لمنحدرات المنطقة ، أن أغلـب الأراضـي تتسم بسيادة الانحدار شبه المستوية والخفيفة إلى المتوسطة، سواء على القطاعات الطوليـة أو قطاعات الحافات والقطاعات العرضية للأودية، واستحوذ على أكبر نسبة من جميع القطاعات الانحدارية وبلغت 82.6% من جملة أطوال القطاعات، وهذا ما يعكسه قلة الفارق الرأسي بين الحافات وحضيض منحدرات الهضبة، ومن خلال تحليل معدلات التقوس لجميع القطاعـات، وجد أن قيم التقوس تراوحت مابين (+90 و ــ 89)، وسجلت فئات التقوس شـبه المسـتوية والخفيفة والمتوسطة أعلى نسبة على جميع القطاعات وبلغت 57 %من جملة طول القطاعات، وبلغت نسبة التحدب لمنحدرات القطاعات 0.90 وهي أقرب إلى سيادة المنحـدرات المقعـرة الشكل مع نسبة من التحدب الخفيفة، وتمثلت أغلبها في القطاعات الدنيا من المنحدرات وعلـي أراضي البد منت وأجزاء من القطاعات الوسطى من المنحدرات، وتشير سـيادة المنحـدرات المقعرة الشكل والمستقيمة إلى وصـول المنحـدرات إلـى مرحلـة متقدمـة مـن دورتهـا الجيومورفولوجية، وقد كان للمياه الجارية النصيب الأكبر في تكوينها.

5 ـ أشكال المنحدرات بالمنطقة:

من خلال الدراسة الميدانية لقطاعات انحدار جوانب الأودية وقطاعات الحافات والقطاعات الطولية لمنحدرات الهضبة، وتحليل زوايا انحدار القطاعات وتحليل معدل التقوس، تم التعرف على أهم أشكال المنحدرات السائدة بالمنطقة، والتي قسمها نبيل أمبابي (1972، ص 74)، إلى أربعة أشكال كبيرة تتخذها المنحدرات، توفرت في حافات منطقة الدراسة وعلى حافات جوانب الأودية وهي **كما يلي:**

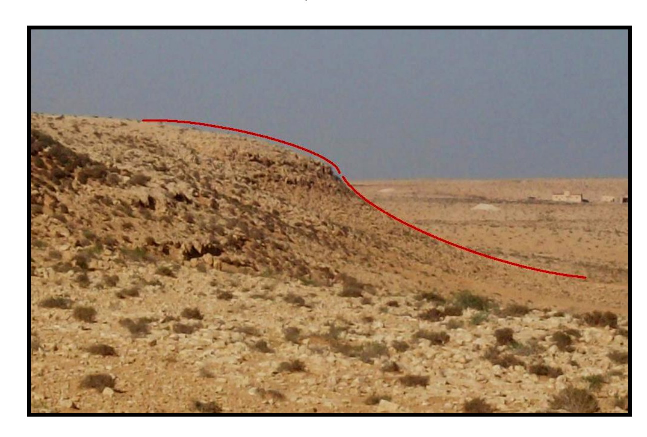
5 ـ 1 ـ المنحدرات المحدبة المقعرة:

يتكون هذا النمط من المنحدرات من ثلاث وحدات، وهي من أعلى إلى أسفل، وتتألف من عنصر محدب أعلى المنحدرات ثم قسم الدرجة القصوى، ثم عنصر مقعر يمثل أسفل المنحدر (شكل 4 ــ 52)، ويعتبر هذا الشكل من المنحدرات الأكثر شيوعا على سطح الأرض، وينتشر بشكل كبير في المناطق الجافة وشبه الجافة، وتعد المياه الجارية السبب الرئيسي في تكوين هذا الشكل من المنحدرات (نبيل إمبابي، 1972، ص77)، فالمياه الجارية تبدأ من أعلى المنحدرات على شكل جريان غشائي غير مركز يزداد كلما اتجهنا إلى أسفل المنحدر، حيث تزداد قوة المياه وتركيزها على النحت في الأجزاء العليا من المنحدرات، مما يؤدي إلى زيادة الانحدار في الأجزاء العليا وتكون على شكل أجزاء محدبة، وعندما يتغير نمط الجريان من غشائي إلى مركز في الأجزاء الدنيا من المنحدرات يعمل علي شق مجاري صغيرة مقعرة الشكل تقوم بترسيب حمولتها من الرواسب والمفتتات الصخرية التي حملتها من أعلى المنحدرات إلى أسفلها وتقوم بردم وتخفيف الانحدار فتظهر مقعرة الشكل (صابر أمين الدسوقي، 1990، ص 212)، كما أن للعوامل البنيوية، ونوع الصخور وخصائصها اللثيولوجية ومدى تأثير عملية التجوية الكيميائية والميكانيكية وحركة المواد من انزلاقات وزحف وتفكك الصخور دور في تشكيل هذا النمط من المنحدرات، وينتشر هذا الشكل من المنحدرات ويتمثل في قطاعات الحافات (2 ، 3 ، 11 ، 17، 19، 20) على جميع أنواع الصخور الجيرية بالمنطقة، وتم رصده في أغلب القطاعات الوسطي من حافات الأودية والحافات الصدعية بمنطقة البردية وكمبوت والقعرة وبئر الأشهب وقصر الجدي والعدم (شكل 4 ــ 53 و4 ــ 54).

شكل (4 ـ 52) المنحدرات المحدبة المقعرة على حافات وادي رأس بياض



شكل (4 ـ 53) المنحدرات المحدبة المقعرة على حافات بئر الأشهب



شكل (4 ـ 54) تتابعات من المنحدرات المحدبة المقعرة على حافات أودية منطقة باب الزيتون



5 ـ 2 ـ منحدرات الجروف المقعرة:

يتكون هذا الشكل من المنحدرات من تتابع وحدتين انحداريتين قسم جرفي مستقيم يتمثل في الجزء العلوي من المنحدر، وعنصر مقعر يشغل الجزء السفلي من المنحدر ويتميز بكبر المسافة الأرضية التي يشغلها المنحدر، ويغطي هذا الشكل من المنحدرات أغلب أجزاء قطاعات أودية البردية وبعض حافاتها في الأجزاء الدنيا من الأودية القريبة من المنطقة الساحلية (شكل 4 ـ 55)، وتعد الاختلافات الليثيولوجية للصخور من أهم أسباب تكون هذا الشكل من المنحدرات، إضافة إلى تأثر صخور المنطقة بالعديد من الشقوق والفواصل التي أتاحت الفرصة لعمليات التجوية الكيميائية والميكانيكية لممارسة نشاطها والذي يعمل على تحلل وتفكيك وتجزئة الكتل الصخرية عن المنحدرات، وتمثلت في قطاعات وادي شماس والجرفان والزيتون، وتنتشر في هذه القطاعات ظاهرة التساقط والانزلاق الصخري في الجزء العلوي من المنحدر، بينما سادت ظاهرة الزحف الصخري على الأجزاء المقعرة من المنحدر.

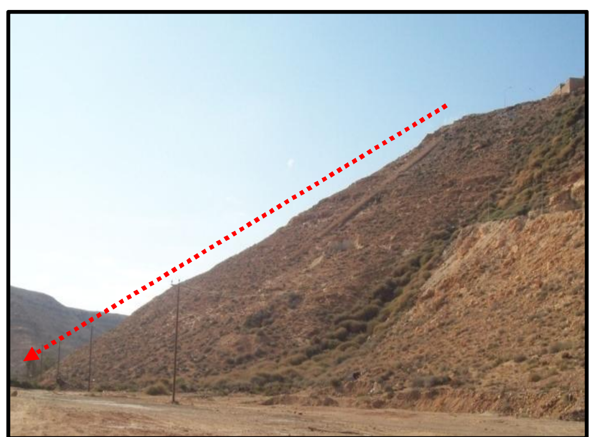
شكل (4 ــ 55) منحدرات الجروف المقعرة على إحدى حافات وادي الجرفان بمنطقة البردية



5 ــ 3 ــ المنحدرات المستقيمة:

يقصد بالمنحدرات المستقيمة تلك الأجزاء التي لايتغير انحدارها في اتجاه أسفل المنحدر، وتظل ثابتة بوجه عام، ويتألف هذا الشكل من المنحدرات في درجات انحدارية متساوية أو شبه متساوية (نبيل أمبابي، 1972، ص81،82)، ويرتبط وجود هذا النمط من المنحدرات بالمنطقة بالأجزاء التي تتسم بالتجانس الصخري وتغطي حوالي 27.7 % من جملة أطوال القطاعات، وتنتشر قطاعات هذا النمط في معظم أجزاء المنطقة في قطاعات حافات أودية العدسة ورأس بياض والجرفة والجرفان والزيتون (شكل 4 ــ 56)، وعلى حافات العقيلة وقصر الجدي والقعرة، وتمثل أغلبها في الأجزاء الوسطي وبعض من الأجزاء الدنيا من القطاعات (شكل 4 ــ 57)، وتنتشر على بعض منحدرات هذا الشكل عمليات التفكك الصخري وزحف الصخور باتجاه أسفل المنحدرات.

شكل (4 – 56) المنحدرات المستقيمة على أحد جوانب وادي الجرفان بمنطقة البردية

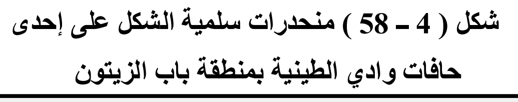


شكل (4 – 57) المنحدرات المستقيمة على أحد جوانب حافات منطقة العقيلة

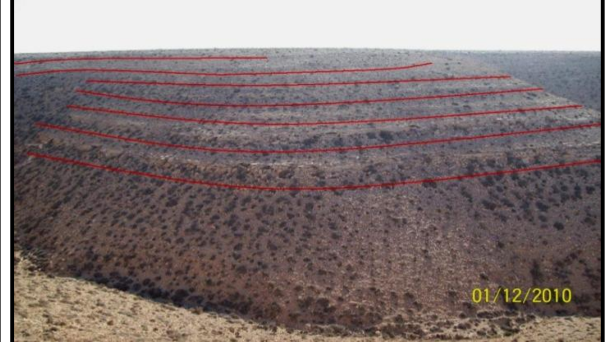


5 ـ 4 ـ المنحدرات السلمية :

تتكون المنحدرات السلمية من أكثر من تتابع وتعتبر نوعا مركبا يتألف مـن المنحـدرات المقعرة والمحدبة ومنحدرات الجروف المقعرة تتابعت أكثر من مرة علـى نفـس المنحـدر، ويرتبط وجوده بالمنحدرات التي تأثرت بالصدوع التي ظهرت في شكل درجات سلمية، كمـا يتكون على المنحدرات المتجانسة في التراكيب الصخرية والتي مـرت بـأكثر مـن مرحلـة جيومورفولوجية (نبيل إمبابي، 1972، ص 80، 81)، ويوجد هذا الشكل من المنحدرات على أغلب حافات أودية الزيتون والخبطة وبوخطيطة ورأس بياض والعدسة والطينيـة، وبعـض حافات أودية البردية، وعلى الحافات الصدعية بمنطقة القعرة وبئر الأشهب، ومنطقـة قصـر الجدي (شكل 4 ـ 58)، وقد ساهمت الاختلافات اللثيولوجيـة للصـخور وكثافـة الشـقوق والفواصل الصخرية وعملية التجوية الكيميائية والميكانيكية فـي تكـوين هـذا الـنمط مـن المنحدرات، كما أن عدد التتابعات تختلف حسب طبيعة تراكيـب الصـخور وعـدد تعاقـب الطبقات الصلبة مع الطبقات اللينة على المنحدر، فقد كونت من 4 ـ 6 تتابعات على أوديـة باب الزيتون (شكل 4 ـ 59)، حيث ظهرت الطبقات الصلبة من الصخور على شكل عناصر محدبة، بينما ظهرت الطبقات اللينة على شكل عناصر مقعرة، وتنتشر على هذه الأجزاء مـن المنحدرات ظاهرة التساقط والانزلاق والزحف الصخري.



شكل (4 ـ 58) منحدرات سلمية الشكل على إحدى حافات وادي الطينية بمنطقة باب الزيتون



شكل (4 ـ 59) منحدرات سلمية الشكل على إحدى حافات وادي الزيتون بمنطقة باب الزيتون



الخلاصـــة:

من دراسة الأشكال الناتجة عن عمليات التجوية بشقيها الكيميائية والميكانيكيـة، وحركـة المواد على المنحدرات يتضح **مايلي:**

- تعمل التجوية على تكوين العديد من الظاهرات الجيومورفولوجية على منحدرات الهضبة، وجوانب حافات الأودية، وعلى واجهات الجروف البحرية، حسب طبيعة الصخور الجيرية وخصائصها اللثيولوجية ومدى انتشار مناطق الضعف الجيولوجية عليهـا المتمثلـة فـي

الشقوق والفواصل بالمنطقة، وتنشط التجوية الكيميائية في تشكيل عدد من أشكال السـطح على حافات المنطقة، تمثلت في حفر التجوية وتكهفات التجويـة وتجويـة خلايـا النحـل (اقراس العسل)، إضافة إلى الأشكال الكارستية، كما تعمل التجوية الميكانيكية على تفكك الصخور وتحطيمها وتجزئتها إلى مفتتات، يترتب عليه مجموعة من الأشكال مثل التفكـك الكتلي والتفكك الحبيبي والتقشر الصخري.

- تتوقف حركة المواد على المنحدرات على مجموعة من العوامل، ويعـد نـوع الصـخور المشكلة للمنحدرات وخصائصها اللثيولوجية ونظم الشقوق والفواصـل، وميـل الطبقـات الصخرية، وطبيعة المنحدر (محدب ـ مقعرة) ودرجة انحـدارها، والظـروف المناخيـة والعمليات الجيومورفولوجية من أهم العوامل المؤثرة في حركة المواد على المنحـدرات، حيث تعمل هذه العوامل مجتمعة على تحديد نـوع وسـرعة تحـرك الكتـل والمفتتـات الصخرية إلى أسفل المنحدرات بفعل قوة الجاذبية الأرضية، بحركات سـريعة كالتسـاقط والانزلاق الصخري، أو حركات بطيئة تمثلها بالزحف الصخري، حسب طبيعة المنحـدر، وهي تعد بمثابة وسائل نقل تنقل نواتج التجوية والتعرية إلى أسـفل المنحـدرات مكونـة أشكالا جيومورفولوجية مثل مخاريط الهشيم، وتؤدي إلى تراجع وتغير شكل المنحدرات.
- من خلال تحليل فئات الانحدار ومساحتها، يتبين أن مساحة الأراضي في الفئـات الـدنيا تمثل أعلى نسبة 85% من جملة مساحة المنطقة، وتمثل فئات مساحة الانحـدار الشـديدة والشديد جدا أقل نسبة بلغت 2.91% من مساحة المنطقة، وهي تمثل الحافـات الصـدعية وحافات مجاري الأودية، تحدث على هذه الفئات جميع أنواع حركة المـواد والانهيـارات الأرضية.
- من خلال تحليل خريطة اتجاه الانحدارات، تمثل الأراضي التـي تنحـدر جهـة الشـمال والشمال الغربي أعلى نسبة، فقد سجلت حوالي 32.4% من مساحة الأراضي بالمنطقـة، وتمثلت أغلبها في الجروف البحرية بالمنطقة، وعلى حافات الهضـبة وبعـض مجـاري الأودية، وسجلت الأراضي التي تنحدر جهة الشرق أقل نسبة قدرت بحوالي 9.8% مـن جملة مساحة منطقة الدراسة.
- اتضح من خلال تحليل زوايا قطاعات الانحدار شبه المستوية والخفيفة والمتوسطة، أنهـا سجلت أعلى نسبة في جميع القطاعات المقاس ميدانيا، وسجلت أعلى نسـبة تكـرار فـي جميع القطاعات وكانت الزوايا 1 و 2 و 3 و 5 و7 و9 هي الزوايا الشائعة لتلك الفئات من القطاعات، كما سجلت فئة الانحدار الشديدة والشديدة جـدا أقـل نسـبة فـي جميـع القطاعات وارتبطت فئات الانحدار الجرفية بقطاعات الأودية في كل من منطقـة البرديـة ومنطقة باب الزيتون.

- أظهرت دراسة معدلات التقوس لجميع القطاعات المقاس ميدانيا سيادة العناصـــر المقعـــرة على جميع القطاعات مع نسبة من التحدب، فقد سجلت على القطاعات الطولية 0.95 فـــي قطاع باب الزيتون، و0.78 في قطاع زاوية أم ركبة، وعلى قطاعات جوانـــب الأوديـــة 0.96، وعلى قطاعات الحافات 0.92، ويدل ذلك على أن المنطقة وصلت إلـــى مرحلـــة متقدمة من دورتها الجيومورفولوجية وكان للمياه الجارية النصيب الأكبر في تشكيل هـــذا الشكل من المنحدرات.
- ظهرت في المنطقة وعلى منحدراتها مجموعة من الأشكال المختلفة من المنحدرات أهمهـــا المنحدرات المحدبة المقعرة، منحـــدرات الجـــروف المقعـــرة، والمنحـــدرات المســـتقيمة، والمنحدرات السلمية، وهي تظهر بشكل واضح في المنطقة الساحلية، في كل من منطقـــة باب الزيتون، ومنطقة البردية، إضافة إلى الحافات الصدعية في كل مـــن منطقـــة قصـــر الجدي وكمبوت وبئر الأشهب والقعرة، وعلى أغلب حافات مجاري جوانب الأودية.
- رغم سيادة المنحدرات شبه المستوية والخفيفة والمتوسطة إلى الشديدة نسبياً علـــى أغلـــب سطح منطقة الدراسة، وبساطة المظهر الجيومورفولوجي العام للمنطقة، وتعـــدد الأشـــكال المختلفة للمنحدرات، وتأثرها بعمليات التجوية الكيميائية والميكانيكية، إلا أن سطح منطقـــة الدراسة يشمل أشكالاً جيومورفولوجية متعددة ومختلفة، فقد شملت إلـــى جانـــب أشـــكال التجوية وحركة المواد على المنحدرات، أشكال النحت والترسيب المائي والريحي، وسوف يتم دراسة دورها في تكوين الأشكال الجيومورفولوجية في الفصل التالي.

الفصـــــل الخامس

الأشكال الناتجة عن النحت والترسيب المائي والريحي

مقـــدمة

أولا : الأشكال الناتجة عن النحت والترسيب المائي

ثانيا : الأشكال الناتجة عن النحت والترسيب الريحي

ثالثا : المنخفضات

الفصــل الخامس

الأشكال الناتجة عن النحت والترسب المائي والريحي

مقــدمة:

يقصد بأشكال النحت والترسيب في هذة الدراسة هي تلك الظاهرات التـي تنشـأ عـن عمليات النحت والترسيب بالمياه والريـاح، والتـي ينـتج عنهـا مجموعـة مـن الأشـكال الجيومورفولوجية على سطح منطقة الدراسة، حيث تقوم المياه الجارية والرياح بنقل مخلفـات التعرية والتجـوية وترسبها في أماكن أخرى، مكونة المراوح الفيضية والمصاطب الرسـوبية والحمادات، والنباك والكثبان الصاعدة ، وسوف يتم دراسة الأشـكال الناتجـة عـن النحـت والترسيب المائي، ثم دراسة الأشكال الناتجة عن النحت والترسيب الريحي.

أولا ــ الأشكال الناتجة عن النحت والترسيب المائي :

تعد الظاهرات الناتجة عن النحت والترسيب المائي من أهم الدلائل التي تشير إلى محاولات مجاري الأودية الوصول إلى مستوى القاعدة، والتي ترتبط بتذبذب مستوى قاعـدة الأوديـة، وينجم عن نشاط مجاري الأودية أشكال جيومورفولوجية متباينـة الأبعـاد والأحجـام فـوق سطح منطقة الدراسة، وفيما يلي دراسة لأهم الأشكال الناتجة عن النحت والترسيب المائي.

1 ــ أشكال النحت المائي:

تتعدد أشكال النحت المائي بالمنطقة، ويرجع العامل الرئيسي في تكوينها إلى نحـت الميـاه وتتمثل أهم أشكال النحت المائي في الآتي:

1 ــ الأودية الجافة:

تعد الأودية التي تغطي شبكات تصريفها معظم أرجاء منطقة الدراسة مـن أكثـر أشـكال النحت المائي انتشارا على سطح المنطقة، وقد سـبق دراسـة شـبكات تصـريف الأوديـة وخصائصها المورفومترية والعلاقات الارتباطيه والقطاعات الطوليـة والعرضـية للأوديـة (في الفصل الثالث)، وكما سبق ما توصلنا إليه من نتائج أن مجاري الأودية قد تـأثرت فـي نشأتها وتطورهـا بعـدة عوامـل، أهمهـا الخصـائص اللثيولوجيـة للصـخور والتطـور الجيومورفولوجي الذي وصلت إليه الأحواض والظروف المناخية، ويرتبط بهذه الأودية علـى طول قطاعاتها ظاهرات جيومورفولوجية من أهمها **ما يلي:**

1 ــ 1 ــ نقط تغير الانحــدار:

تعد نقطة تغير الانحدار من أهم الظاهرات المرتبطة بالقطاعات الطولية للأوديـة، والتـي يتغير فيها انحدار القطاع الطولي للوادي بصورة فجائية عن المنحدر الذي يقع أسفلها، وهـي أحد مظاهر عدم انتظام القطاعات الطولية للأودية، وذلك نتيجة انخفاض مسـتوى القاعـدة أو

عبور الأودية تكوينات جيولوجية تختلف في خصائصها اللثيولوجية، والتي تتعاقب فيها طبقات صلبة مع طبقات لينة، أو بسبب التغيرات المناخية السابقة والتي ساعدت الأودية على تجديد شبابها، حيث تشكل جروفا ومساقط مائية، وتأخذ معظم نقاط تغير في الانحدار الشكل السلمي في بعض المواقع، وقد استطاع الباحث تسجيل بعض نقاط تغير في الانحدار أثناء الميدانية، حيث تم رصد مجموعة كبيرة من نقاط تغير الانحدار في أغلب مجاري وروافد الأودية، إضافة إلى إحصاء بعض النقاط من المرئية الفضائية، ومن دراستها نلاحظ **مايلي:**

- تنتشر نقاط تغير الانحدار بشكل كبير في جميع القطاعات الطولية للأودية، ورغم التجانس في التكوينات الجيولوجية إلا أن الاختلافات اللثيولوجية للصخور أدت إلى ظهورعدة نقاط تغير في الانحدار على طول مجاري القطاعات الطولية للأودية وتكون أكثر وضوحا في أودية منطقة البردية ومنطقة باب الزيتون، في أودية (المعترض، جليانة، شماس الجرفان، الشقة، الراهب، الملاحة، الخبطة، بوخطيطة، الزيتون، الكيب، الشويمرة، رأس بياض)، أكبرها تلك التي توجد في وادي الجرفان خلف معسكر الاستطلاع السابق، وتم رصد 6 نقاط تغير انحدار على طول مجري الوادي، يتراوح ارتفاعها مابين 5 ـــ 25 مترا وتبتعد عن خط الساحل بحوالي 3 كم (شكل 5 ـــ 1)، حيث تمكن الوادي من عبور حافات الهضبة وسقط من ارتفاع حوالي 25 مترا مرة واحدة قبل أن يكمل مساره ليصب في البحر المتوسط بخليج البردية، كما ظهرت بوادي الزيتون وتم رصد 7 نقاط تغير على طول قطاع الوادي، ويتراوح ارتفاع نقاط التغير بين 0.75 ــ 5 متر (شكل 5 ــ 2).
- تتركز معظم نقاط تغير في الانحدار في الأجزاء العليا والوسطي من الأودية، مما يدل على أنها في تراجع مستمر نحو المنابع.
- تظهر بعض نقاط التغير في الانحدار وتتفق مع محاور الصدوع التي تتعامد على مجاري الأودية خاصا في الأجزاء العليا، وتم رصدها في أودية الجرفان وشماس وفي القطاع الأوسط من وادي السهل الشرقي وتم رصد 3 نقاط تغير في الانحدار وظهر على شكل تتابعات يتراوح ارتفاعها مابين 5 ــ 12 مترا، وتتراوح المسافة الأرضية بين كل نقطة والتي تليها لا تزيد عن 50 مترا .
- توجد نقاط تغير صغيرة لا يتعدى ارتفاعها مترا واحدا وتم رصدها في أودية (العين، الحتوة ورؤوس الكباش، العقيلة)، كما توجد عدة نقاط تغير انحدار في أغلب روافد الأودية خاصة عند منابعها العليا، مثل التي ظهرت على روافد وادي الكيب وبوخطيطة والعدسة،
- تظهر نقاط تغير الانحدار على أغلب مجاري الأودية وروافدها التي تقطع الحافات، والتي تقوم بنحت قطاعاتها فيها، وأغلبها تظهر على شكل سلمي، أي تتابع فيها مجموعة من

نقاط التغير يتراوح ارتفاعها مابين 1 ــ 2 متر، وتتراوح المسافة الأرضية بين كل نقطة والتي تليها لا تزيد عن 10 أمتار (شكل 5 ــ 3).

شكل (5 ــ 1) نقطة تغير انحدار ناتجة عن الاختلافات اللثيولوجية للصخور الجيرية يصل ارتفاعها إلى 7 أمتار بوادي الجرفان بمنطقة البردية



شكل (5 ــ2) نقطة تغير انحدار ناتجة عن الاختلافات اللثيولوجية للصخور الجيرية بوادي الزيتون



شكل (5 ــ 3) نقط تغير انحدار تظهر علي شكل تتابعات سلمية علي حافات منطقة قصر الجدي



1 ــ 2 ــ حفر الغطس: Plunge Pools

تعد حفر الغطس أحد أشكال النحت بفعل الدوامات المائية التي ترتبط بنقط تغير الانحدار والمساقط المائية، وهي عبارة عن حفر وتجاويف عميقة نسبيا تنشأ نتيجة لسقوط المياه والكتل والمفتتات الصخرية متفاوتة الأحجام مع الحركة الدوارنية للدوامات المائية على نقــاط تغيــر الانحدار، مما يؤدي إلى نحت وبري صخور القاع (عبدالحميد احمــد كليــو، 2001، ص3)،

وتتميز هذه الحفر بأنها تكون صغيرة في بداية النشأة ثم تزداد وتتسع أبعادها حتـي أنهـا قـد تندمج مع بعضها البعض لتكون حفرة واحدة كبيرة مما يجعلها تأخذ شكلا شبه دائـري، كمـا يتوقف تطور الحفر على الخصائص الليثولوجية للصخور ومدي كثافة الشـقوق والفواصـل الصخرية وعدم انتظام قيعان الأودية وكمية المياه التي تحدد حجم وكمية المفتتـات الصـخرية التي تحملها مع حركتها الدوارنية (جودة، حسنين جـودة، 1997، ص119)، ومـن خـلال الدراسة الميدانية تم رصد حفر غطس أسفل نقاط تغير في الانحدار في أغلب مجاري الأودية، وقد أمكن تسجيل بعض القياسات المورفومترية لمجموعة من الحفر يوضحها الجدول(5 ــ 1) ومنها يتضح **مايلي:**

جدول (5 ــ 1) القياسات المورفومترية لبعض حفر الغطس بمجاري الأودية (متر)

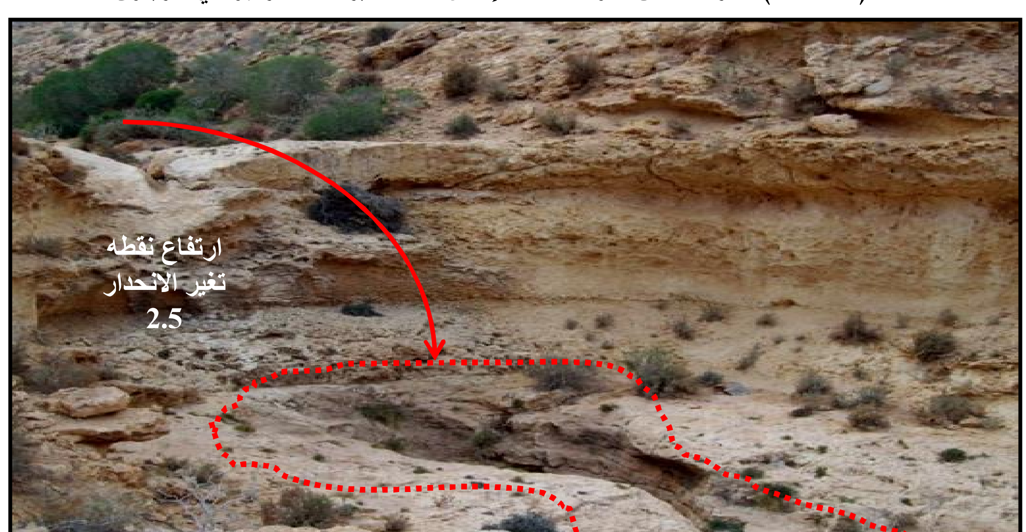
الرقم	موضع الحفرة	الإحداثيات	الطول	العرض	العمق	وصف الحفرة
1	وادي الجرفان	25.03,29 / ق - 31.45,35 / ش	3.5	2.75	1.70	دائرية الشكل
2	وادي الجرفان	25.03,36 / ق - 31.45,27 / ش	4.40	4.00	1.80	شبة دائرية
3	وادي الجرفان	25.03,46 / ق - 31.45,21 / ش	7.50	5.80	4.70	شبة دائرية
4	وادي السهل الشرقي	24.33,17 / ق - 31.56,22 / ش	7.10	5.60	2.10	شبة دائرية
5	وادي السهل الشرقي	24.33,15 / ق - 31.56,24 / ش	6.30	5.90	2.00	دائرية الشكل
6	وادي الزيتون	24.04,16 / ق - 31.59,15 / ش	3.20	3.00	1.75	دائرية الشكل
7	وادي الزيتون	24.04,16 / ق - 31.59,16 / ش	4.50	2.90	1.60	بيضاوية الشكل
8	وادي الزيتون	24.04,17 / ق - 31.00,27 / ش	1.40	1.10	0.80	شبة دائرية
9	وادي بوخطيطة	24.03,26 / ق - 31.00,34 / ش	1.20	0.90	0.40	شبة دائرية
10	وادي رأس بياض	24.01,06 / ق - 31.01,46 / ش	2.50	2.10	1.20	دائرية الشكل
المتوسط	ــــــــ	ــــــــ	4.16	3.40	1.80	ــــــــ

المصدر: إعدد الطالب من الدراسة الميدانية.

- تتراوح أطوال حفر الغطس مابين 1.20 ــ 7.50 متر، بمتوسط 4.16 متـر، فـي حـين تراوح عرضها مابين 1.10 ــ 5.90 متر بمتوسط 3.40 متر، وتراوح عمقها مابين 0.80 ــ 4.70 متر، كما توجد مجموعات كبيرة من الحفر ولكنها صغيرة لايتعدي طولها المتـر الواحد وعمقها أقل من 0.50.
- يمكن ملاحظة أن قياسات عرض الحفر كانت قريبة من نتائج أطوالها، ويرجع ذلك إلى فعل الدوامات المائية التي أظهرت الحفر دائرية وشبه دائرية بشكل واضح .
- تميز عمق الحفر بالشكل الاسطواني الدائرى، ويعد عمق الحفر الموجود حاليـا أقـل مـن العمق الحقيقي، ويرجع ذلك إلى كثرة الرواسب والكتل الصخرية الموجـودة داخـل هـذه الحفر.

• تعد الحفر الموجودة أسفل نقاط تغير في الانحدار بوادي الجرفان والسهل الشرقي والزيتون (شكل 5 ــ 4) هي الأكبر داخل منطقة الدراسة، ويرجع ذلك للارتفاع الكبير الذي سجلت نقاط تغير في الانحدار في هذه الأودية وسرعة وجريان المياه وسقوطها من ارتفاعات تتراوح مابين 5 ــ 25 متر.

شكل (5 ــ 4) حفرة غطس تكونت أسفل إحدى نقاط تغيرا لانحدار بوادي الزيتون



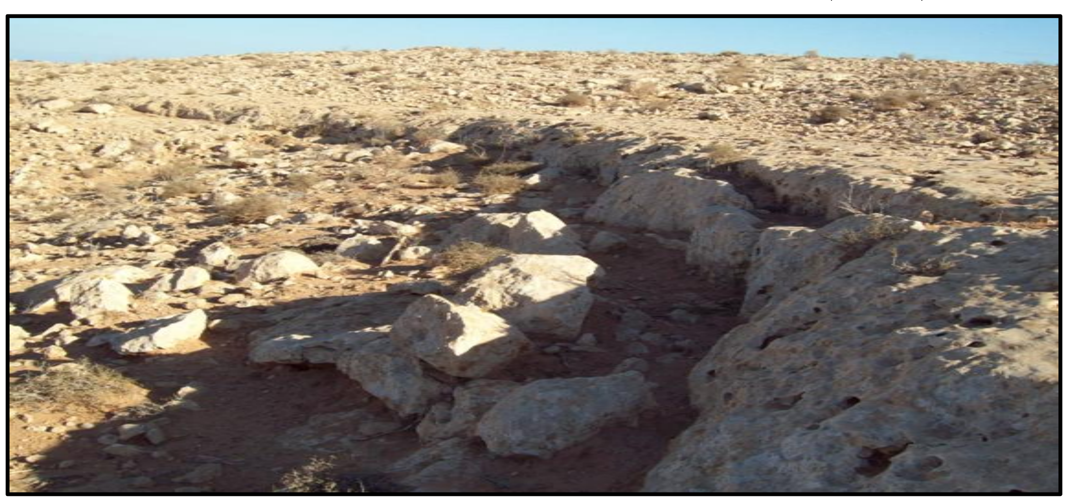
1 ــ 3 المصاطب الصخرية: Rock terraces

تنشأ المصاطب البنيوية الصخرية نتيجة للاختلافات اللثيولوجية للصخور ونظام الشقوق والفواصل المنتشرة عليها ومدى مقاومة الصخور لعوامل التجوية والتعرية، ومن خلال الدراسة الميدانية تم ملاحظة مصاطب صخرية تظهر على معظم جوانب الأودية في وادي الزيتون وبوخطيطة والخبطة ورأس بياض (شكل 5 ــ 5)، وفي أودية منطقة زاوية أم ركبة في وادي الكيب والشويمرة والحتوة والعين (شكل 5 ــ 6)، وفي بعض من أجزاء الحافات التي تحيط بالمنخفضات في كل من حافات قصر الجدي وكمبوت وبئر الأشهب، وتكون على شكل مدرجات وأسطح صخرية شبه مستوية قليلة التضرس تمثل مناطق يتغير فيها الانحدار بصورة فجائية للمنحدرات التي تقع أعلاها وتلك التي تقع أسفلها، وتتراوح درجات انحدار سطح المصاطب مابين شبه المستوية والخفيفة إلى المتوسطة من 2° ــ 7° درجات، وتتراوح درجات انحدار جبهاتها مابين الانحدارات الشديدة نسبيا إلى الجرفية من 20° ــ 53° درجة، ويبلغ متوسط ارتفاع المصاطب مابين 0.20 ــ 2.30 متر، وتتأثر جبهات المصاطب بعمليات التساقط الصخري ؛ نتيجة لانتشار الشقوق والفواصل ومناطق الضعف الصخري

وعمليات التقــويض السفلي بفعل المسيلات المائية التي تؤدي إلى تجزئة المصاطب وتقطيعها إلى أجزاء والتي تؤدي إلى تراجع جبهات المصاطب والتقليل من مساحاتها وتوسيع مجــاري الأودية (محمد رمضان مصطفي، 1993، ص 126 ، 129)، وتغطي سطح المصاطب فــي بعض الأماكن طبقة رقيقة من الرواسب، والمفتتات الصخرية، وقطع من الحصى والجلاميــد، وبعض الكتل الصخرية.

كما يظهر نوع من المصاطب داخل مجاري الأودية نتيجة لتباين نحت المياه ومدى مقاومــة الصخور لها، حيث تتكون المصطبة من صخور الأساس التي يتكون منها الوادي، ويظهر هذا النوع من المصاطب بوضوح في مجاري أودية الجرفان ورؤوس الكبــاش والزيتــون ورأس بياض، وعادة ما تكون مرتبطة بنقاط تغير الانحدار.

شكل (5 ــ 5) جبهة مصطبة صخرية على أحد روافد وادي الزيتون بمنطقة باب الزيتون



شكل (5 ــ 6) جبهة مصطبة صخرية على الحافة الشرقية لوادي الكيب بمنطقة زاوية أم ركبة تظهر عليها بشكل كبير أثر التجوية الكيمائية وتعاني أثر السقوط والانزلاق الصخري

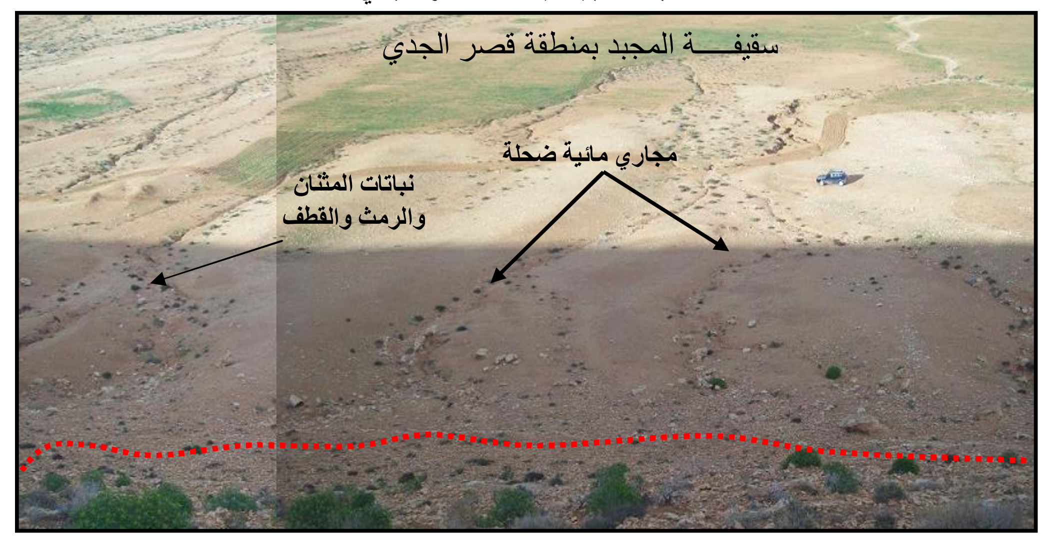


1 ـ 5 ـ البدمنت: Pediment

يعرف البدمنت بأنه ذلك السطح الصخري الذي يمتد أسفل الحافات بانحدارات خفيفة ومتوسطة ويمتد حتى قاع الأودية، أو مابين الحافات والمنطقة السهلية وأراضي المنخفضات، والبدمنت سهل تحاتي تتراوح درجة انحداره مابين 2° ــ 10° درجات، وتزيد درجة انحداره في القسم الأعلي القريب من الحافات وينحدر انحداراً لطيفا كلما بعد عن الحافات، ويرجع هذا إلى أن الأجزاء البعيدة عن الحافات قد تكونت في فترة مبكرة عن الأجزاء القريبة من الحافات، وتعرضت لفترة أطول لعوامل التعرية من الأجزاء القريبة من الحافات، ويتأثر سطح البدمنت بعمليات تراجع الحافات، وعمليات الحت والتعرية الجدولية سواء في شكل الغسل الغطائي السطحي للحافات أو الغطاءات الفيضية، حيث تلعب التعرية المائية الغطائية دورا هاما في تشكيل سطوح البيدمنت عن طريق اكتساح مفتتاتها وتشكيل انحداراتها البسيطة (جودة حسنين جودة، 1983، ص431)، من خلال الدراسة الميدانية وفحص المرئية الفضائية لسطوح البدمنت بمنطقة الدراسة نلاحظ مايلي:

- تنتشر سهول البدمنت انتشارا كبيرا بمنطقة الدراسة على طول امتداد قواعد منحدرات الحافات التي تغطي المنطقة، وتكون أكثر وضوحا في حافات منطقة قصر الجدي وبئر الأشهب وكمبوت وأغلب الحافات التي تحيط بالمنخفضات، وتتراوح درجة انحدارها مابين 2° ــ 7° درجات باتساع يتراوح مابين 20 ــ 350 متر (شكل 5 ــ 7).
- تتسم أسطح البدمنت في المنطقة بوجود العديد من المجاري المائية الضحلة التي تقطعها والتي لا يزيد عمقها عن 1.50 متر وعرضها عن 4 أمتار، لذلك لا نتوقع جريانا كبيرا فوق أسطح البدمنت عند حدوث السيول، حيث يكون في أغلب الأحيان في صورة مجاري عديدة ومتشعبة.
- تغطي سطح البدمنت رواسب متفاوتة الأحجام، وإن كان أغلبها مشتقه من صخور الحافات، وهي تختلف حسب كمية وطاقة السيول الجدولية، كما تغطي سطح البد منت بعض الرواسب الرملية التي قامت السيول بترسيبها في الأجزاء السفلى من منحدرات البدمنت بمسافات تختلف حسب كمية السيول خاصة في الجزء الجنوبي من المنطقة مثل حافات سقيفة العدم وحافات سقيفة الريفي والقصيعات.
- تنمو على سطوح البدمنت بعض النباتات خاصة في المجاري المائية الضحلة، وأغلبها يكون من المثنان والرمث والقطف.
- تتميز أسطح البدمنت بتقعرها الخفيف، ويرجع ذلك إلى فعل المياه وأهميتها في تشكيل أسطح البدمنت.

شكل (5 ــ 7) سطح بدمنت متقطع بواسطة مجاري مائية يمتد أسفل حافات سقيفة المجبد بمنطقة قصر الجدي



2 ــ الأشكال الناتجة عن الترسيب المائي :

تعد الظاهرات الناتجة عن الإرساب المائي من أبرز الظاهرات الجيومورفولوجية التـــي تشير إلى تباين قدرة المياه على نقل المفتتات الصخرية ومخلفات التجوية والتعرية وترســبها في أماكن أخرى، وترتبط أغلب ظاهرات الإرساب المائي بمنطقة الدراسة بالقطاعات الــدنيا للأودية مشكلة عددا من الظاهرات، أهمها المراوح الفيضية والمصاطب الرسوبية والتشــققات الطينية ورواسب بطون الأودية وفيما يلي دراسة لأهم هذه **الظاهرات:**

2 ــ 1 ــ المراوح الفيضية : Alluvial Fans

تعد المراوح الفيضية من الظاهرات الجيومورفولوجية التي تنشأ بفعل الإرســاب المــائي، حيث تقوم المياه بنقل المفتتات الصخرية ونواتج التجــوية والتعــرية مــن الحافــات شــديدة الانحدار والمناطق المرتفعة عبر مجاري شبكات تصريف الأودية وتقوم بترسيبها عند مخارج الأودية نتيجة للتغير المفاجئ في الانحدار، فتقل قدرة المياه على نقل الإرســابات، ويتحــول الجريان المائي من جريان مركز إلى جريان متعدد ذو نمط إشــعاعي فتبــدأ فــي ترســيب حمولتها، ويكون الترسيب للمواد الخشنة والجلاميد والحصى في بدايــة المروحــة، وتكــون الرواسب الناعمة عند أطرافها، وتتحكم عدة عوامل في شــكل وحجــم ومحتــوي المــراوح الفيضية، أهمها مساحة حوض التصريف الذي تتكون عند مخرجه المروحــة، كميــة المطــر ونوع الصخور المشكلة للمنطقة وخصائصها اللثيولوجية، وطبيعة انحدار سطح الأرض.

ومن خلال الدراسة الميدانية وتحليل المرئية الفضائية أمكن قياس أبعــاد بعــض المــراوح الفيضية جدول (5 ــ2) ومن خلال تحليلها ودراستها يتضح **مايلي:**

شكل (5 ــ 2) الخصائص المورفومترية لبعض للمروحة الفيضية

الرقم	موضع المروحة	المساحة كم²	المحيط كم	الطول م	متوسط العرض م	الارتفاع عن مستوي سطح البحر		متوسط درجة الانحدار
						من	إلي	
1	وادي رؤوس الكباش	0.57	3.13	1050	540	1	12	3
2	وادي الشلمي	0.16	1.64	610	420	2	10	2
3	وادي المقرون	0.09	1.42	580	220	2	12	2
4	وادي العقيلة	0.38	2.70	750	522	3	13	4
5	رافد بسقيفة الفرين	0.16	1.75	660	230	178	190	4
6	روافد وادي السهل الشرقي	0.44	2.90	830	540	96	110	2
7	روافد وادي السهل الشرقي	0.16	1.60	590	415	94	109	3
8	رافد بسقيفة الخنق	1.10	1.30	500	290	98	110	2
9	روافد سقيفة القبقابة	0.63	3.50	980	360	73	85	2
10	روافد سقيفة القبة	0.18	1.80	630	420	92	104	2
المتوسط	ــــــــــــ	0.38	2.1	718	436	ــــ	ــــ	2.4

المصدر: الدراسة الميدانية .

- عدم انتشار المراوح الفيضية عند مخارج الأودية الرئيسة التي تغطي شبكات تصريفها معظم منطقة الدراسة، حيث ينتهي أغلبها بمصبات خليجية، باستثناء أودية منطقة العقيلة التي تشكل مراوح ملتحمة على طول مخارج أودية رؤوس الكباش والعقيلة والشلمي والمقرون، وتتسم هذه المراوح بكبر مساحتها نسبيا، بل هي أكبر المراوح في المنطقة، ومع نشاط عملية الترسيب المائي التحمت هذه المراوح ببعضها البعض حتى اختفت حدود كل مروحة مكونة بذلك سهل البهادا أو البجادا Bahada، نتيجة لاقتراب مخارج الأودية من بعضها، وتتميز هذه المراوح بانحدارها البسيط الذي لا يتعدى 4 درجات (شكل 5 ــ 8).
- توجد المراوح الفيضية عند مصبات بعض الروافد والأودية السيلية التي تخترق الحافات وتقوم بفرش حمولتها بشكل شبة مخروطي على قيعان المنخفضات (شكل 5 ــ 9)، وتعد من أكثر المراوح انتشارا على سطح منطقة الدراسة.
- تتميز المراوح الفيضية بالمنطقة بشكل عام بصغر مساحاتها وأبعادها وإن اختلفت من مروحة إلى أخري، حيث تتراوح مساحاتها مابين 0.09 ــ 0.57 كم²، بمتوسط عام يبلغ 0.38 كم²، في حين تراوح طولها مابين 500 ــ 1050 متر، بمتوسط 720 متر، وتراوح متوسط عرضها مابين 220 ــ 540 متر بمتوسط 436 متر.
- تتسم سطوح المراوح بقلة انحدارها واستوائها النسبي، حيث يتراوح متوسط درجة انحدارها مابين 2° ــ 4° درجات، وبشكل عام نلاحظ أن تتابع درجات الانحدار على سطح المراوح تسير نحو الانخفاض من قمة المروحة إلى أطرافها، ويرجع ذلك إلى طبوغرافية الأودية

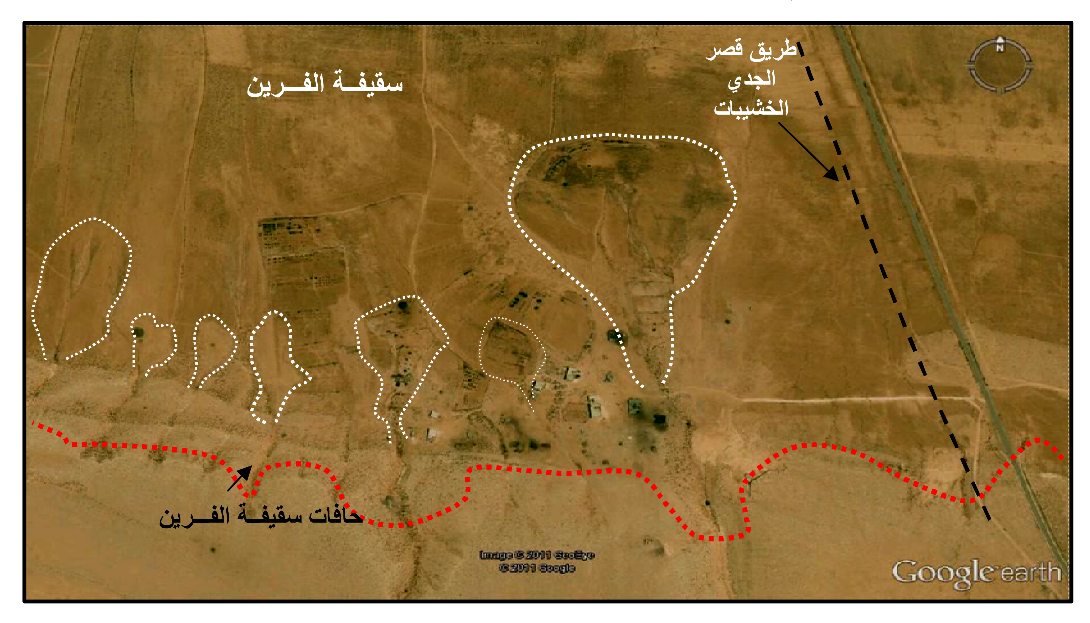
وشكل وحجم الجريان ونوعية الرواسب وفارق الارتفاع بين عنق المراوح وقواعـدها عنـد الأطراف الذي لا يتعدى 15 متر، نتيجة لعدم وجود انحدارات شديدة لمجاري الأوديـة، ولـم يحدث لها تغير كبير في الانحدار عند التقائها بالأراضي المنخفضة.

- يقطع سطح المراوح العديد من المجاري المائية الضحلة التي تنتشر علـى شـكل أشـعاعي، وتتسم بوجود مجري رئيسي يكاد يتوسط سطح المروحة، وتتميز هذه المجاري بقصر أطوالها التي لا تتعدى 100 متر، وبزيادة اتساعها الذي يتفاوت من جزء إلى آخر في نفس المجـري ويتراوح مابين 2 ـ 6 أمتار، بحيث يزيد الاتساع بصفة عام بالاتجاه نحو أطراف المـراوح نتيجة لسهولة عمليات نحت الرواسب قليلة الحجم عند أطرافها،(جودة فتحي التركماني،1991، ص 111، 118)، كما تتميز هذه المجاري بقلة ارتفاعها الذي يتراوح مـابين 0.50 ـ 1.50 متر، وتنمو داخل هذه المجاري بعض النباتات والأعشاب الحولية أهمهـا المثنـان والرمـث والقطف، كما تم ملاحظ بعض المصاطب الرسوبية الصغيرة عند قواعد بعض المراوح داخل المجاري المائية الضحلة، إذ تعمل السيول عند سقوط الأمطار إلى نحت رواسـب المـراوح تاركة بعض الرواسب التي تدل على مستوي الجريان وشدته وهـي فـي الأصـل رواسـب المروحة.
- تختلف أحجام المواد المرسبة التي تتألف منها المراوح الفيضية ابتداء من لحظة وصول المياه سطح المنطقة المنخفضة عند أقدام الحافات، فالتناقص السريع في سرعة التيار المائي يبدأ في ترسيب المواد كبيرة الحجم عند رأس المراوح، وتزاد هذه الرواسب دقة كلمـا ابتعـدنا عـن الحافات وتعد الرواسب دقيقة النسيج داخل المراوح أفضل المناطق التي يمكن استغلالها فـي الزراعة.

شكل (5 ـ 8) مراوح فيضية ملتحمة مكونه سهل بجادة علي مخارج أودية منطقة العقيلة



شكل (5 ــ 9) مراوح فيضية على أحد حافات سقيفة الفرين



- **تحليل رواسب المراوح الفيضية:**

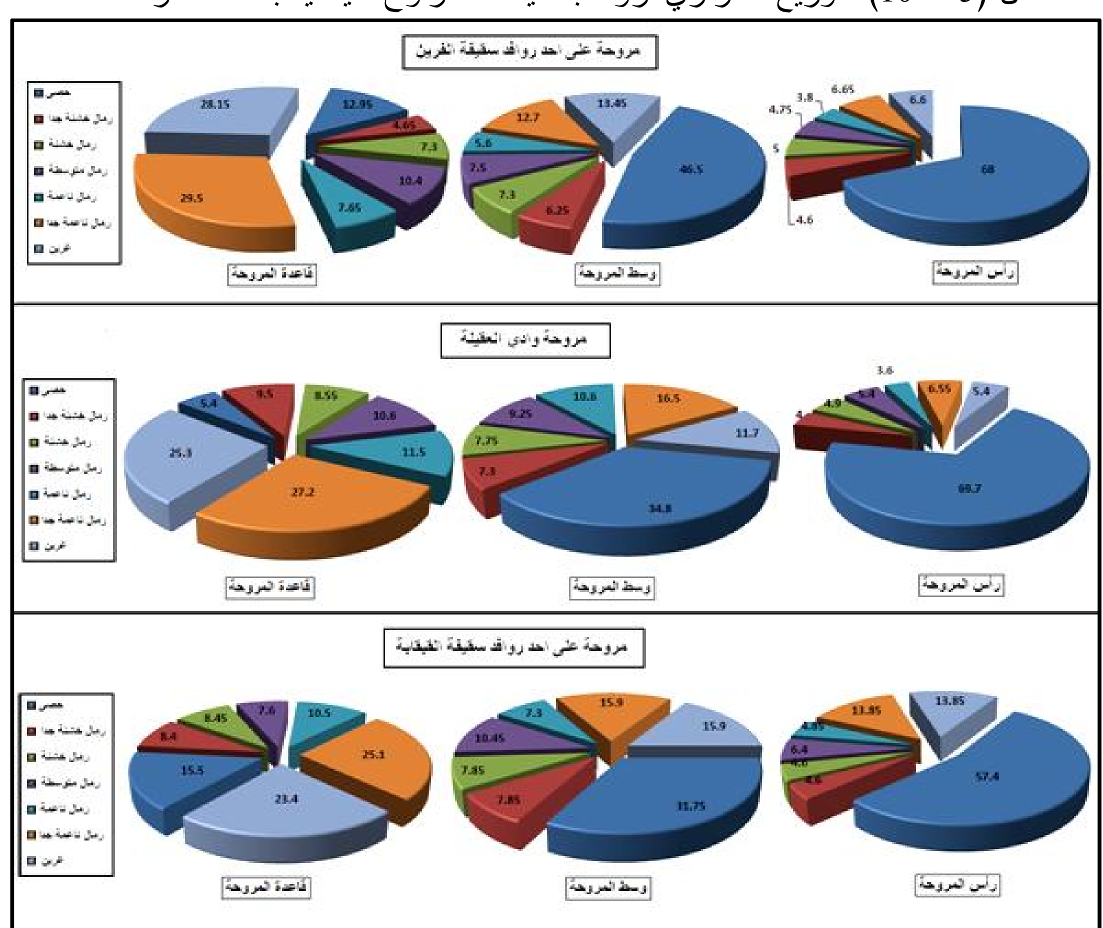
لقد أُجري التحليل الحجمي لعدد 3 عينات من رواسب المراوح الفيضية لمعرفة خصائصها الحجمية والشكلية، كما روعي أن يتم أخذ ثلاث عينات من كل مروحة، بحيث تكون الأولـــي من رأس المروحة والثانية من وسطها والثالثة عند أطرافهـــا، ويوضـــح الجـــدول (5 ــ 3) و(شكل5 ــ 10) النسب المئوية لأحجام الرواسب في المراوح، ومن دراستها يتضح **مايلي:**

جدول (5 ــ 3) نتائج التحليل الحجمي لعينات المراوح الفيضية

الرقم	موضع المروحة		موقع لعينات	حصى	رمال خشنة جدا %	رمال خشنة %	رمال متوسطة %	رمال ناعمة %	رمال ناعمة جدا%	غرين %
1	مروحة علي احد روافد أودية سقيفة الفرين	1	رأس المروحة	68.00	4.60	5.00	4.75	3.80	6.65	6.60
		2	وسط المروحة	46.50	6.25	7.30	7.50	5.60	12.70	13.45
		3	قاعدة المروحة	12.95	4.65	7.30	10.40	7.65	29.50	28.15
2	مروحة وادي العقيلة	4	رأس المروحة	69.70	4.00	4.90	5.40	3.60	6.55	5.40
		5	وسط المروحة	34.80	7.30	7.75	9.25	10.60	16.50	11.70
		6	قاعدة المروحة	5.40	9.50	8.55	10.60	11.50	27.20	25.30
3	مروحة علي احد روافد أودية سقيفة القبقابة	7	رأس المروحة	57.40	4.60	4.60	6.40	4.85	13.85	13.85
		8	وسط المروحة	31.75	7.85	7.85	10.45	7.30	15.90	15.90
		9	قاعدة المروحة	15.50	8.40	8.45	7.60	10.50	25.10	23.40
المتوسط	ـــــــــ		ـــــــ	38.00	6.35	6.85	8.03	7.26	17.10	15.97

المصدر: إعدد الطالب الدراسة الميدانية: 2012، تم تحليل العينات بالمعمل المركزي للتحاليل بجامعة عين شمس/ كلية العلوم.

شكل (5 ــ 10) التوزيع التكراري لرواسب عينات المراوح الفيضية بمنطقة الدراسة



المصدر: اعداد الطالب اعتمادا على بيانات الجدول(5 ــ 3)

- ترتفع نسبة المواد الخشنة في جميع العينات التي تم تحليلها إذ بلغت نسبة المواد الخشنة حوالي 51.1% في جميع العينات، وإن اختلفت هذه النسب من مروحة إلى أخري، حيث تراوحت 54.% في العينة الأولي ، و50.1% في العينة الثانية، و48.8% في العينة الثالثة، ويرجع هذا الاختلاف البسيط في توزيع نسبة المواد الخشنة على سطح المراوح إلى طبيعة الجريان ودرجة انحدار المجاري وحجم وكمية ونوعية الرواسب المنقولة.
- تتسم رؤوس المراوح بارتفاع نسبة المواد الخشنة وتراوحت مابين 66.7% ــ 78.6%، في حين ارتفعت نسبة المواد الناعمة (رمال متوسطة، ناعمة، ناعمة جدا، غرين) في جميع عينات أطراف المراوح وتراوحت نسبها مابين 66.6% ــ 75.7%، وهذا يتفق مع أغلب الدراسات التي تناولت تحليل رواسب المراوح، حيث تتسم المراوح بأن رواسبها مصنفة من رأس المراوح إلى أطرافها، ويرحع ذلك إلى التناقص في سرعة الجريان المائي وانحدار السطح بعد خروج الأودية مباشرة من الحافات، حيث يؤدي التناقص في سرعة وشكل الجريان إلى ترسيب الأودية جزء من حملتها الخشنة في الأجزاء العليا من المراوح بشكل فجائي.

- نلاحظ ارتفاع في نسبة المواد الخشنة في الأجزاء الوسطي من المراوح، وتراوحت مابين 47.4% ـ 60.05%، وربما يعود ذلك إلى صغر مساحة هذه المراوح، وطبيعة سطح الترسيب أو اضطراب في سرعة الجريان، وتعرضها إلى سيول قوية أدت إلى نقل هذه الرواسب إلى وسط المراوح.
- نخلص من ذلك أن رواسب المراوح تتسم بارتفاع نسبة المواد الخشنة بصفة عامة وتقل فيها نسبة المواد الناعمة، ورواسب المراوح هي خليط من المفتتات الصخرية والرواسب التي جلبتها الأودية من منابعها العليا وسفوح الحافات، أي أنها رواسب محلية مشتقة من صخور المنطقة، كما تقل نسبة استدارتها نتيجة لقصر المسافة التي تقطعها الرواسب من منابع الأودية حتي عنق المراوح.

2 ـ 2 ـ مصاطب الأودية : River Terraces

تعد مصاطب الأودية من أهم الظاهرات التي تميز القطاعات العرضية للأودية، وهي أشكال ناتجة عن عمليات ترسيب للأودية النهرية القديمة للمفتتات والرواسب مختلفة الأحجام والأشكال، وتكونت نتيجة لتعميق الأودية لمجاريها نتيجة لتغير مستوى القاعدة المحلي للأودية أو بسبب التغيرات المناخية، والرواسب الموجودة بقاع الاودية واتجهت هذه الأودية إلى تعميق مجاريها من خلال عمليات النحت المائي في الطبقات الرسوبية بأعماق مختلفة مما ترتب عليه تكون هذه المصاطب لتظهر منها مساحات رسوبية على جوانب مجاري الأودية تمتد لعدة كيلومترات بشكل طولي ومتقطع في بعض الأماكن، ومن خلال الدراسة الميدانية لبعض الأودية أمكن قياس بعض المصاطب وهي على النحو **التالي:**

2 ـ 2 ـ 1 ـ المصاطب الرسوبية :

تعد المصاطب الرسوبية من أكثر الظاهرات الجيومورفولوجية التي تظهر على القطاعات العرضية للأودية، وتتكون رواسبها من الحصى والجلاميد مختلفة الأحجام وطين ورمال ناعمة وخشنة، وهي عبارة عن رواسب كونتها الأنهار القديمة قبل أن تعمق مجاريها فيها لتصل إلى المستوي الحالي (كريم مصلح الصالح، 1996، ص113)، وتشير إلى أن المنطقة شهدت تغيرات في الظروف المناخية وكمية الأمطار التي تتلقاها، أو ربما تكون قد تأثرت بذبذبات مستوي القاعدة العام للأودية الذي أدي إلى اضطراب في نظام التصريف.

تنتشر المصاطب على طول مجاري الأودية وروافدها الرئيسية بالمنطقة، وقد اعتمدت دراستنا للمصاطب على الدراسة الميدانية وفحص المرئية الفضائية ETM والصور الجوية عبر برنامج Google earth، حيث تم تحديد بعض المصاطب وتم قياسها وتصوير قطاعات رأسية لرواسب المصاطب (شكل 5 ــ 11) ومن خلال دراستها يتضح **مايلي:**

شكل (5 ــ 11) قطاعات راسية لبعض المصاطب الرسوبية

الرقم	الموقع	الصورة	الطبقات	المستوي	ارتفاع المصطبة (متر)	درجة انحدار السطح	درجة انحدار المقدمة
1	وادي الزيتون ــ القطاع الاعلي		1 ـ (5 ـ 20 سم) طين ورمال ناعمة إلى خشنة مع قطع صغيرة من الحصى . 2 ـ (15 ـ 60 سم) طين ورمال مختلطة مع قطع من الحصى والجلاميد يتراوح قطره مابين 2 ـ 15 سم . 3 ـ (7 ـ 30 سم) طين ورمال ناعمة وخشنة مع كتل صخرية يصل قطرها إلى 35 سم . 4 ـ (40 ـ 60 سم) حصى وجلاميد يصل قطرة إلى 30 سم .	الأول	120	2° ــ 4°	85°
2	وادي رؤوس الكباش ــ القطاع الأوسط		1 ـ (1.40 ـ 175 متر) طبقة واحدة من الطين و الرمال مع قطع صغيرة من الحصى . 2 ـ (0.90 ـ 130 متر) طين ورمال مختلطة مع قطع صغيرة من الحصى والجلاميد يصل قطرة إلى 10 سم .	الثاني	2.50	1° ــ 2°	90°
3	وادي الكيب ــ القطاع الأوسط		1 ـ (5 ـ 20 سم) طين ورمال. 2 ـ (15 ـ 35 سم طين ورمال ناعمة إلى خشنة مع قطع صغيرة من الحصى والجلاميد. 3 ـ (5 ـ 35 سم) طين ورمال مختلطة مع قطع من الحصى والجلاميد يتراوح قطره مابين 2 ـ 15 سم . 4 ـ (5 ـ 20 سم) طين ورمال مختلطة مع قطع من حصى وجلاميد يصل قطرة إلى 30 سم مع كتل صخرية متوسطة الحجم .	الأول	0.85	1° ــ 3°	80°
4	وادي رؤوس الكباش ــ القطاع الأوسط الجانب الغربي		1ـ (5 ـ 10 سم) طين ورمال . 2 ـ (20 ـ 30 سم) حصى وجلاميد يصل يتراوح قطرة مابين 3 ـ 15 سم . 3 ـ (35 ـ 70 سم) طين ورمال ناعمة إلى متوسطة الخشونة. 4 ـ (10 ـ 50 سم) حصى وجلاميد يتراوح قطره مابين 5 ـ 15 سم مختلط مع كتل صخرية يصل قطرها إلى 50 سم . 5 ـ (0.40 ـ 1.20 متر) طين ورمال مع قطع صغيرة من الحصى يقل قطرة عن 5 سم. 6 ـ (20 ـ 80 سم) حصى وجلاميد مختلط مع كتل صخرية كبيرة ومتوسطة.	الثاني	3.20	1° ــ 2°	90°
5	وادي رؤوس الكباش ــ القطاع الأوسط الجانب الشرقي المقابل ـ 4		1 ـ (5 ـ 30 سم) طين ورمال مع قطع صغيرة من الحصى . 2 ـ (10 ـ 25 سم) حصى وجلاميد مختلط مع طين ورمال يتراوح قطرة مابين 3 ـ 25 سم . 3 ـ (1.30 متر) طين ورمال ناعمة يتوسطه قطع من الحصى والجلاميد. 4 ـ (7 ـ 40 سم) طين ورمال مع قطع من الحصى والجلاميد مع كتل صخرية كبيرة.	الثاني	3.10	1° ــ 3°	90°

المصدر: إعداد الطالب، قياسات من الدراسة الميدانية

- تظهر المصاطب الرسوبية على جوانب معظم الأودية الرئيسية وروافـدها، خاصـة فـي القطاعات الدنيا والوسطى من الأودية، وتكون أكثر وضوحا في أوديـة زاويـة أم ركبـة ورأس عزاز ومرسى لك وجنزور وأودية منطقة كمبوت والعقيلة، وتتسم بالتجـانس فـي امتدادها واتساعها وتكويناتها الرسوبية، وتعد أكثر المصاطب انتشارا بالمنطقة.
- يتراوح اتساع المصاطب مابين 20 ــ 350 متر، بمتوسط يبلغ 150 متر، ويبلغ أقصـى عرض لها في القطاعات الدنيا من الأودية، ويقل اتساعها كلما اتجهنا نحو القطاعات العليا من الأودية، وتمتد لمسافات طويلة، ويتراوح طول المصاطب بين 250 م ــ 3 كم، وتتعدد المصاطب الرسوبية في ارتفاعها ابتداء من منسوب 0.20 متر، فوق قاع مجاري الأوديـة ولم يتجاوز أعلى ارتفاع لها 3.50 متر فوق قـاع مجـاري الأوديـة، وتُسـتغل أغلـب المصاطب الرسوبية في الزراعة المروية والبعلية (شكل 5 ــ 12).

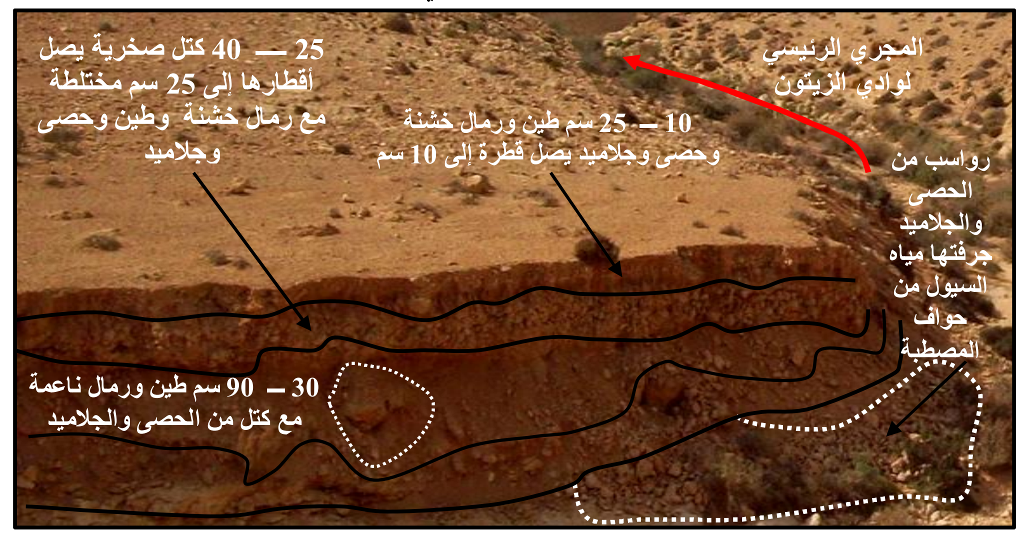
شكل (5 ــ 12) استغلال المصاطب الرسوبية في القطاعات الدنيا من الأودية في الزراعة المروية والبعلية بوادي العين بمنطقة مرسي لك



- لاتوجد المصاطب على جانبي أودية منطقة باب الزيتون باستثناء وادي رأس بيـاض، ولا تظهر سوى مصاطب صغيرة جدا لا يتعدى طولها 70 مترا ومتوسط عرضها 15 متـرا، نظرا لضيق مجاري الأودية وتعرضها لعمليات الحت والتسوية والتعميق الرئيسي الـذي أدى إلى إزالة العديد من المصاطب وتآكل سطوحها وبالتالي ظهرت صغيرة، وتقع على ارتفاعات لا يتجاوز 3.50 متر من مجاري الأودية، وتغطي سـطحها وجبهاتهـا كتـل صخرية ورواسب خشنة من الجلاميد والحصى والرمال ومعظمهـا ذات ترسـيب مـائي (شكل 5 ــ 13).

- تتسم أغلب سطوح المصاطب بالمنطقة بانحدارات شبه مستوية وخفيفة، وتتراوح انحداراتها ما بين 0ْ ــ 4ْ درجات، وتمثل الانحدارات متوسط الشدة والشديد جدا والجرفية على أغلب حوافها وتتراوح درجة انحدارها مابين 25ْ ــ 85ْ درجة، ويغلب عليها عدم التناظر إلا في أجزاء محدودة جدا ولا تمتد لمسافات طويلة، مثل التي ظهرت في الأجزاء الوسطي من وادي رؤوس الكباش (شكل 5 ــ 14)، كما تظهر أغلب المصاطب في الأجزاء المحدبة من ثنيات الأودية وتختفي في الجوانب المقعرة، نتيجة لتعرضها لعمليات الحت والتآكل.

شكل (5 ــ 13) مصطبة رسوبية تعرضت حوافها للنحت تظهر في إحدى الثنيات المقعرة بوادي الزيتون



شكل (5 ــ 14) مصطبة رسوبية متناظرة بإحدى الثنيات في الجزء الأوسط من وادي رؤوس الكباش بمنطقة العقيلة



- يغطي سطح المصاطب بالمنطقة طبقات من الرواسب المفككة مع بعض الكتل الصخرية، وتظهر مقدمتها في أغلب الأحيان بشكل انحدارات جرفيه وعلى هيئة طبقات إرسابية متباينة من حيث الشكل والحجم والنوع، وعادة ماتكون خليط من الحصى والجلاميد والرمال بأنواعها، وتتوقف عملية تكوينها على عدة عوامل أهمها طبيعة وشكل وحجم الجريان ونوع الرواسب المنقولة.
- تميزت أغلب المصاطب التي ظهرت بأودية رؤوس الكباش والزيتون ورأس بياض والجرفان بارتفاع نسبة المواد الخشنة في جميع طبقاتها، ومن خلال فحص بنية أحد المصاطب الداخلية أمكن التعرف على رواسبها الداخلية، حيث تتألف من طبقات متتابعة من المواد الخشنة مع طبقات رقيقة من المواد الناعمة والغير منتظمة، وترجع خشونة هذه الرواسب إلى سرعة الجريان وارتفاع كمية الأمطار أثناء عملية الترسيب.
- يتباين سمك طبقات المصاطب بمنطقة الدراسة، حيث يتراوح السمك مابين عدة سنتمترات في بعض الطبقات إلى أكثر من 1.30 متر، ويتراوح عدد طبقاتها مابين 2 ـــ 7 طبقات، وأحيانا تتألف من طبقة واحدة مثل التي ظهرت في الجزء الأدنى من أودية الكيب والعين والحتوة والشويمرة، حيث تتبادل الطبقات رقيقة السمك مع الطبقات الأكثر سمكا عدة مرات، وهذا يعكس بدوره تغير سرعة الجريان من فترة إلى أخري أثناء سقوط الأمطار والتي تؤثر على فترات الترسيب، كما تدل خصائص كل طبقة وسمكها إلى معدل الإرساب، كما يمكن من دراسة هذه الطبقات استقراء الظروف التي تكونت خلالها المصاطب (كريم مصلح الصالح، 1996، ص113).

- **مستويات المصاطب :**

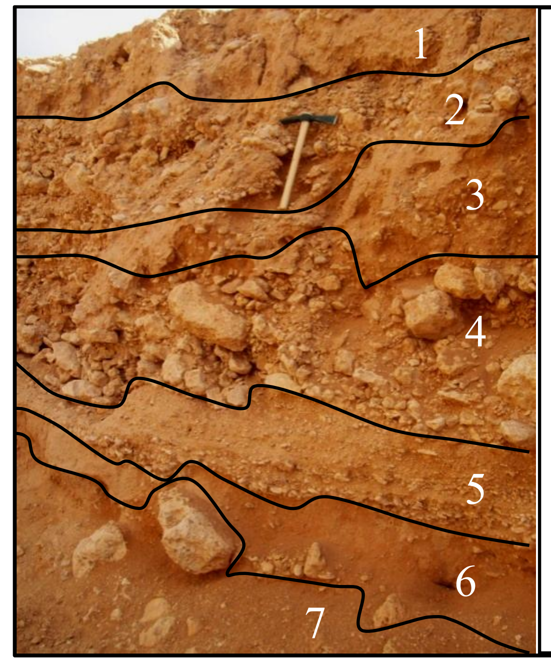
من خلال الدراسة الميدانية تبين وجود مستويا من المصاطب بأحواض منطقة الدراسة، يبدأ المستوي الأول من ارتفاع 0.20 ـــ 1.50متر، فوق مستوى قاع الأودية، والمستوي الثاني يبدأ من 1.50 إلى حوالي 3.50 متر، فوق مستوى قاع الأودية، ويمكن تتبع تلك المستويات من الأقدم إلى الأحدث وهي على النحو **التالي:**

- **المستوى الثاني : 1.50 ـــ 3.50 متر**

يعتبر المستوى الثاني أقل المصاطب الرسوبية انتشاراً في منطقة الدراسة، ويتراوح ارتفاعها عن قاع المجاري الرئيسية للأودية مابين 1.50 ـــ 3.5 متر، ويتركز انتشارها في الثنيات المقعرة من الأودية، وتم رصدها في أودية منطقة باب الزيتون في أودية رأس بياض، بوخطيطة، الزيتون، العدسة، ورؤوس الكباش بمنطقة العقيلة، بوادي الجرفان بمنطقة البردية وتتميز هذه المصاطب بصغر مساحة أسطحها التي تتراوح مابين 50 ـــ150 متر^2، ولا تمتد لمسافات طويلة ويبلغ أقصى عرض لها 75 مترا بمتوسط 30 مترا، ويغلب عليها عدم

التناظر إلا في أجزاء محدودة، وتتراوح درجات انحدار سطحها مابين الخفيفة والمتوسطة من 3ْ ــ 6ْ درجات، وتتراوح درجات انحدار جبهاتها مابين الشديدة والجرفية من 25ْ ــــ 85ْ درجة، وتظهر جبهاتها على شكل طبقات إرسابية تتكون من خليط من الطين والرمال الناعمة والخشنة والحصى والجلاميد مختلفة الأحجام مما يدل على قوة وحجم الجريان الذي نقل هــذه الرواسب، ويتراوح قطرها مابين 3 ــ 45 سم مع كتل صخرية تتــراوح أقطارهــا مــابين 35 ــ 90 سم (شكل 5 ــ 15) .

شكل (5 ــ 15) قطاع رأسي لمصطبة رسوبية في الجزء الأوسط من وادي بوخطيطة بمنطقة باب الزيتون يبلغ ارتفاعها 3.20 متر فوق قاع مجري الوادي

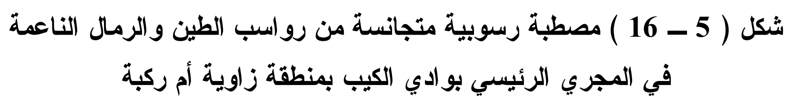


1. **(6 – 50 سم) كتل صخرية يصل قطرها إلي 90 سم مختلطة مع طين ورمال خشنة مع كتل من الحصى الجلاميد.**
2. **(7 – 20 سم) طين ورمال ناعمة وخشنة مع قطع من الحصى الصغيرة جداً .**
3. **(10 – 40 سم) خليط من الطين والرمال الخشنة مع كتل من الحصى والجلاميد .**
4. **(20 – 90 سم) طين ورمال خشنة مختلطة مع الجلاميد والحصى قطرها مابين 3 – 45) مع كتل صخرية كبيرة ومتوسطة يصل قطرها إلي 85 سم .**
5. **(15 – 60 سم) طين ورمال خشنة مع قطع من الحصى والجلاميد قطرها مابين 2– 10 سم .**
6. **(10 ــ 70 سم) خليط من الطين والرمال الخشنة مع قطع من الحصى والجلاميد قطرها مابين 3 – 15 سم .**
7. **(7 – 40 سم) طين ورمال ناعمة وخشنة مع قطع من الحصى قطرها مابين 1– 5 سم .**

- **المستــوى الأول : 0.20 ــ 1.50 متر**

يظهر المستوى الأول للمصاطب على جوانب معظم الأودية الرئيسية في القطاعات الــدنيا وبعض من الأجزاء الوسطي من الأودية، ويتراوح ارتفاعها عن قاع المجاري الرئيسية مابين 0.20 ــ 1.50 متر، وتم رصدها في أودية زاوية أم ركبة فــي أوديــة الكيــب والشــويمرة وبوحلقومة وفي أودية رأس عزاز في وادي المنستير الشرقي والغربي وفي أودية مرسي لــك وجنزور والطرفاوي والحريقة وأودية منطقة كمبوت، وتعد أكثر المصــاطب انتشــارا فــي المنطقة ويتراوح اتساعها مابين 20 ــ 350 متر بمتوسط 150 مترا، ويبلغ أقصي اتساع لها في الأجزاء الدنيا من الأودية، ويقل اتساعها كلما اتجهنا نحو القطاعات العليا مــن الأوديــة، بسبب ضيق مجاري الأودية، وقوة النحت المائي الذي يعمل على إزالة وتآكل المصاطب فــي هذه الأجزاء من الأودية، ويصل امتداد المصاطب إلى أكثر من 2.50 كم ولا تظهر متنــاظرة

إلا في أجزاء محدودة جداً، كما تتميز هذه المصاطب بانحـــدارات ســطحها شـــبه المســـتوية والخفيفة وشدة انحدار جوانبها مابين الشديدة نسبيا والشديدة جدا والجرفية، وتتكون رواســـبها من الطين والرمال الناعمة إلى المتوسطة مع بعض الجلاميد والحصــى مختلفــة الأحجـــام، وأحياناً تظهر على هيئة طبقة واحدة متجانســـة مـــن رواســـب الطـــين والرمـــال الناعمـــة (شكل 5 ــ 16) ، لذلك فإن معظم المصاطب في تلك الأجزاء من الأودية تستغل في الزراعة المروية والبعلية، وقد قام سكان المنطقة بتسوية سطوحها وإقامة السدود عليها للحفـــاظ علـــى التربة من التعرية المائية وحفظ أكبر قدر من مياه السيول لذلك اختفــت معـــالم كثيـــر مـــن المصاطب.



شكل (5 ــ 16) مصطبة رسوبية متجانسة من رواسب الطين والرمال الناعمة في المجري الرئيسي بوادي الكيب بمنطقة زاوية أم ركبة



2 ــ3 ــ رواسب بطون الأودية : Wadi flling

تمثل رواسب بطون الأودية تلك المفتتات التي تملأ قيعان الأودية على طـــول مجاريهـــا التي تقطع سطح منطقة الدراسة من منابعها إلى مصباتها، وتكون أكثر وضوحا في الأجـــزاء الوسطي والدنيا من الأودية، حيث تم ملاحظتها في أودية منطقة البرديـــة بأوديـــة الجرفـــان وشماس ورزق والملاحة، وفي أودية منطقة العقيلة بوادي رؤوس الكباش والعقيلة، وفي أغلب أودية منطقة باب الزيتون.

تتغطي بطون الأودية بالمنطقة في الغالب بكميات كبيرة من الرواسب المفككة التي تتســـم بالخشونة، والتي تتكون من الرمال الناعمة والخشنة والطين والطمي والجلاميد والحصى الذي يتراوح قطرها مابين 0.20 ـــ 60 سم، مع الكتل الصخرية الكبيرة التـــي يتـــراوح قطرهـــا مابين 0.70 ــ 2 متر، وتكون مصقولة الجوانب ومستديرة وشبه مستديرة نتيجة لما تعرضـــت

له من نقل على طول المجاري، إضافة إلى نحت المياه التي أدت إلى تسوية أطرافهـا بفعـل الحركات الدوارنية التدحرج والانقلابية (شكل 5 ــ 17)، ويختلف سمك الرواسب من واد إلى آخر ومن جزء إلى آخر في نفس الوادي ويتراوح مابين 0.10 إلى أكثـر مـن 0.50 متـر، ويتوقف سمك هذه الرواسب على عدة عوامل أهمها: اتساع مجارى الأودية وقوة السيول أثناء سقوط الأمطار والمسافة التي نقلت فيها، وطبوغرافية قاع المجاري ودرجة انحدارها، إضافة إلى نوعية التكوينات الرسوبية التي تغطي مجاري الأودية، كمـا تسـاهم عمليـات التجويـة والتعرية والانهيارات الأرضية من تساقط صخري وانزلاقات صخرية على جوانب مجـاري الأودية في ارتفاع نسبة هذه الرواسب داخل مجاري الأودية.

وبشكل عام يمكن القول أن الرواسب تقل في أحجامها كلما اتجهنا نحو مصـبات الأوديـة حيث تتكون من الحصى والجلاميد والكتل الصخرية الكبيرة في الأجزاء العليا والوسطي مـن مجاري الأودية، ومن الطين والرمال الناعمة والخشنة إلى كتل الجلاميد والحصى في الأجزاء الدنيا من الأودية، وإن كان الحصى والجلاميد هو السائد على طول مجاري الأودية كما تنمـو خلال هذه الرواسب بعض النباتات مثل القطف والرمث والعوسج، حيث تعمل هـذه النباتـات كمصدات تساهم في ارتفاع نسب الرواسب خاصة المواد الناعمة ومتوسطة الخشـونة داخـل مجاري بعض الأودية.

شكل (5 ــ 17) رواسب من الطين والرمال مع كتل من الحصى والجلاميد شبه المستدير في القطاع الأوسط من وادي رؤوس الكباش بمنطقة العقيلة



2 ـ 4 ـ التشققات الطينية : Mud Cracks

تعد التشققات الطينية أحد الظاهرات الجيومورفولوجية الدقيقة الناتجة عن فعل المياه فوق المسطحات الطينية، وعلى أراضي المنخفضات، وفي مجاري بعض الأودية خاصة في قطاعاتها الدنيا، وتشير التشققات إلى الظروف المناخية التي كانت سائدة أثناء ترسبها والتي تشكلت خلالها، كما تعد التشققات من الأشكال سريعة التطور والتي تنجم عن فعل عمليات التعرية، وإن معظم التشققات دائمة التغير في شكله من حين إلى أخر وهي تعكس التغيرات الفصلية للمناخ بالمنطقة التي تتكون فيها (نصر الدين محمود، 2009، ص 27).

تتشكل التشققات الطينية عند جفاف الطبقات السطحية الخارجية إلى تقلص وانكماش الطين أو الغرين أو الرمل المتشبعة بالمياه أثناء سقوط الأمطار، نتيجة لتعرضها لأشعة الشمس وارتفاع درجة التبخر إضافة إلى دور الرياح في جفاف الطبقات السطحية، وتوجد عدة عوامل تؤثر في تشكيل وتطور التشققات الطينية **أهمها:** سمك الرواسب وحجمها ونوعها والظروف المناخية والغطاء النباتي (محمد بن عبدالغني، 1997، ص 298)، كما تختلف أحجام وأشكال التشققات الطينية من منطقة إلى أخري ومن موضع إلى آخر في نفس المنطقة. ومن خلال الدراسة الميدانية تم ملاحظة عدة أشكال للتشققات الطينية (شكل 5 ـ 18)، ومن دراستها وقياس أبعادها يتضح **مايلي:**

- تظهر التشققات الطينية بأشكال متعددة داخل مجاري بعض الأودية خاصة في الأجزاء الدنيا، حيث تزداد دقة ونعومة الرواسب، مثل أودية رأس بياض، الزيتون، بوخطيطة، رؤوس الكباش، الكيب، الجرفان، وعلى المسطحات الطينية المستوية وفي بعض اراضي المنخفضات خاصة الصغيرة وعلى أرضية بعض السبخات، على هيئة شقوق وفواصل وأحيانا على هيئة قشور صغيرة.
- تتباين أحجام وأبعاد التشققات الطينية من منطقة إلى أخري ومن موضع إلى آخر بالمنطقة، حيث تتراوح أطوالها مابين 3 ـ 35 سم، وعرضها مابين 2 ـ 20 سم، في حين تراوح سمكها مابين أقل من 1 سم إلى حوالي 25 سم، ويرجع الاختلاف في أبعاد التشققات إلى طبيعة الرواسب التي تتكون منها، حيث تختلف قدرة المعادن التي تحتويها الرواسب على امتصاص الحرارة، وبذلك يختلف معدل التمدد والانكماش الخاص بكل معدن، ولهذا فإن الخصائص المورفومترية للشقوق تختلف من موضع إلى آخر (نصر الدين محمود، 2009، ص 18).
- ظهرت التشققات الطينية بالمنطقة بأشكال هندسية أو شبه دائرية متلاصقة، ويعد الشكل الخماسي والرباعي الأضلاع من أكثر الأشكال انتشارا في مجاري الأودية وبعض المنخفضات الصغيرة وتظهر بشكل منتظم إلى حد كبير، حيث تبدو كأنها تأخذ صفة واحدة،

ويرجع هذا الانتظام في الشقوق إلى تجانس الرواسب من حيث النوع والحجم، في حين ظهرت الأشكال شبه الدائرية على المسطحات الطينية المستوية في منطقة قصر الجدي وزاوية أم ركبة وفي بعض المنخفضات الصغيرة.

- تؤثر الرياح بشكل واضح بما تحمله من رواسب في أشكال التشققات الطينية بالمنطقة، حيث تقوم بطمس الكثير من معالمها وذلك من خلال ملا الشقوق بالرواسب التي تجلبها خاصة عندما تقل قدرة الرياح على حمل الرواسب، إضافة إلى فعلها التحاتي في تسوية أطرافها.

شكل (5 ــ 18) أشكال التشققات الطينية



تشققات طينية وادي بوخطيطة منطقة باب الزيتون

تشققات طينية على المنخفضات الصغيرة منطقة كمبوت

تشققات طينية شبة دائرية منطقة قصر الجدي

تشققات طينية كبيرة بوادي الزيتون

تشققات طينية على هيئة قشور وادي الجرفان منطقة البردية

تشققات طينية على هيئة قشور رقيقة جدا وادي رؤوس الكباش منطقة العقيلة

المصدر : الدراسة الميدانية

ثانيا : الأشكال الناتجة عن النحت والترسيب الهوائي:

تنتشر أشكال النحت والترسيب الهوائي على سطح منطقة الدراسة، على الحافات وسطح أرضية المنخفضات، وفي بطون مجاري بعض الأودية التي تقطع الحافات خاصة في المنطقة الجنوبية، وهي عبارة عن أشكال تكونت بفعل الرياح، وتتنوع أشكال النحت والترسيب الهوائي بمنطقة الدراسة، وتتمثل في الحمادات (الرق) والفرشات الرملية والتموجات الرملية (نيم الرمال) والنباك والأشرطة الرملية، وسوف يتم دراسة أهم الأشكال الناتجة عن النحت الهوائي ثم دراسة أهم الأشكال الناتجة عن الإرساب الهوائي.

1 ـ أشكال النحت الريحي:

ينتج عن النحت الهوائي مجموعة من الأشكال التي تتنوع في خصائصها من مكان لآخر، ومن أبرز الأشكال الناتجة عن النحت الهوائي بمنطقة الدراسة **ما يلي:**

1ـ1 ـ الحمادات (الرق) : Pavement

تعد الحمادات (الرق) من الظاهرات الجيومورفولوجية التي تنتشر على سطح منطقة الدراسة، وعلى سطح حافات منحدراتها وفي قيعان بعض منخفضاتها وعلى أطرافها، وهي عبارة عن أسطح حصوية معتدلة الانحدار وشبه مستوية تتكون من طبقات من الحصى والجلاميد، وتغطي بعض أجزائها تربة محلية رقيقة، وبعض الرواسب، التي يتراوح سمكها بضعة سنتيمترات، وغالبا ما يكتسب السطح العلوي منها اللون الداكن، نتيجة تأثره بعملية الأكسدة. (حسن رمضان سلامة، 2007، ص267).

ومن خلال الدراسة الميدانية لأسطح الحمادات الحصوية وفحص المرئية الفضائية نلاحظ **مايلي:**

- أن الحمادات الحصوية (الرق) واسعة الانتشار بمنطقة الدراسة خاصة في الأجزاء الجنوبية، نظرا لاستواء السطح وخلوه من أي مظاهر تضاريسية ماعدا بعض التموجات التي تمثل أراضي المنخفضات، وتمتد بشكل متواصل ومتقطع إلى عدة كيلومترات، كما في أغلب المنطقة الجنوبية مابين سقيفة العدم وسقيفة القصيعات وعلى طول المنطقة الممتدة مابين سقيفة الكور وسقيفة الزعفران حتي سقيفة الريفي، والمنطقة الممتدة مابين سقيفة الخنق وسقيفة شلنق و المنطقة الممتدة مابين سقيفة الفرين وسقيفة الهناد جنوب منطقة كمبوت، وأغلبها تغطيها قطع الحصى والجلاميد مختلطة مع بعض الفرشات الرملية الصغيرة التي لاتتعدى عدة سنتمترات (شكل 5 ــ 19).
- تتراوح أحجام كتل الجلاميد والحصى المكون لأسطح الحمادات مابين 0.10 ــ 25 سم، وأغلبها بقايا صخور جيرية تعرضت لعمليات التجوية والتعرية، وقامت الرياح بإزالة

الرواسب الناعمة من خلال عملية التذرية، وتبقي الرواسب الخشنة جداً مثل قطع الحصى والجلاميد مشكلة أسطح الحمادات، وأغلبها حادة الزوايا وغير مصنفة وتظهر بكثافة على السطح (شكل5 ـ 20).

شكل (5 ــ 19) حصى وجلاميد في المنطقة الممتدة مابين سقيفة الزعفران وسقيفة الريفي



شكل (5 ــ 20) أثر التذرية الريحية في إزالة الرواسب الناعمة والدقيقة وبقاء الحصى والجلاميد في المنطقة الممتدة مابين سقيفة الهناد وسقيفة الفرين



2 ـ أشكال الإرساب الريحي :

يظهر على سطح منطقة الدراسة العديد من أشكال الإرساب الناتجة عن فعل الرياح، وتــتم عملية الترسب الريحي نتيجة ضعف قدرة الرياح على حمل ذرات الرمــال وآيضــأ نتيجــة لانخفاض سرعتها تدريجيا أو بشكل فجــائي أو اعتــراض مســارها وحركتهــا أي نطــاق تضاريسي أو نبات، فتقوم بترسيب جزء من حمولتها (سعد جاسم محمد، ياسين ضاحي عواد، 2002، ص 168).

تتعدد الأشكال الإرسابية بالمنطقة مابين الفرشات الرملية والتموجات الرملية (نيم الرمال) والنباك الرملية الداخلية، والأشرطة الرملية، وسوف يتم دراستها على النحو **التالي:**

2 ـ 1 ـ الفرشات الرملية : Sand Sheets

هي شكل من أشكال الترسيب الهوائي الناتجة عن فعل الرياح، وهي عبارة عن غطاءات رملية رقيقة تتألف من ذرات الرمال الناعمة والمتوسطة وتتميز أسطحها باستوائها النسبي.

ومن خلال قياسات الدراسة الميدانية لبعض المواقع التي تنتشر فيها رواسب الفرشات الرملية بالمنطقة يتضح **مايلي:**

- تظهر الفرشات الرملية على شكل مساحات صغيرة داخل منطقة الدراسة على سطح الأراضي المستوية وأرضية المنخفضات وفي بطون بعض الأودية وتكون أكثر وضوحا في المنطقة الممتدة شرق باب الزيتون حتى منطقة القعرة، حيث تظهر بشكل واضح على الجانب الجنوبي للطريق الرئيسي الواصل مابين طبرق/أمساعد (شكل 5 ـ 21)، وتظهر في بشكل مساحات تغطيها فرشات رملية وتنمو عليها بعض النباتات أغلبها من نبات الرمث والقطف لتكون النباك الرملية الداخلية.
- يتراوح سمك الفرشات الرملية بالمنطقة مابين 0.5 ـ 1.25 متر بمتوسط عام يبلغ 50 سم، وتتميز بقلة انحدارها وتغطي مساحات لاتتعدى بضعة أمتار مربعة.
- تتكون معظم رواسب الفرشات الرملية من حبيبات من الكوارتز والمفتتات الجيرية والطينية والرمال الناعمة والخشنة، ومن خلال التحليل الحجمي لعينات الفرشات الرملية يتضح **الآتي:**
  - ارتفاع نسبة المواد الناعمة (غرين، رمال ناعمة جدا، رمال ناعمة، رمال متوسطة) إلى حوالي 97.4% في العينات التي تم تحليلها واتسمت أغلبها بالتجانس.
  - سجلت نسبة المواد الخشنة 2.5%، واختفاء الحصى تماما من جميع العينات، ويرجع ارتفاع نسبة المواد الناعمة في الفرشات الرملية إلى أن للرياح القدرة على حمل أحجام معينة من الرواسب دون الأخرى.
- تختفي الفرشات الرملية بمنطقة الدراسة في فصل الشتاء والربيع مع سقوط الأمطار، وتنمو عليها في هذه الفترة الأعشاب الحولية والتي تختفي مع نهاية فصل الربيع (شكل 5 ـ 22)، كما تتميز رواسب الفرشات الرملية بظهور الأسطح الرملية المتموجة أو ما يعرف بنيم الرمال.

شكل (5 ــ 21) فرشات رملية قبل سقوط الأمطار بمنطقة القعرة



شكل (5 ــ 22) فرشات رملية تنمو عليها بعض الأعشاب الحولية
بعد سقوط الأمطار لنفس الموقع السابق بمنطقة القعرة



2 ــ 2 ــ التموجات الرملية: " نيم الرمال ": Sand ripples

هي من المظاهر الدقيقة الناتجة عن الإرساب الهوائي التي تظهر فوق سطح رواسب الفرشات الرملية، وتنشأ عن عملية ترسيب سريعة للرواسب بفعل الرياح، ويرجع تكوينها إلى سقوط وتراكم الحبيبات الأكبر حجما، فتؤدي إلى تكوين حاجز يقوم بتصيد الحبيبات الأقل حجما والصغيرة جدا، ومع استمرار عملية الترسيب يزداد معدل المواد الناعمة فتنشأ التموجات الرملية (محمد صبري محسوب، ومحمود دياب راضي، 1989، ص 185، 187).

وتتحكم في نشأة التموجات الرملية مجموعة من العوامل أهمها اتجاه الرياح وسرعتها، حيث تعتبر سرعة الرياح واتجاهها من أهم العوامل المسؤولة عن تكوين التموجات الرملية، إضافة إلى حجم الحبيبات الرملية وطريقة تحركها سواء بالقفز أو الزحف، كما أن للتضرس

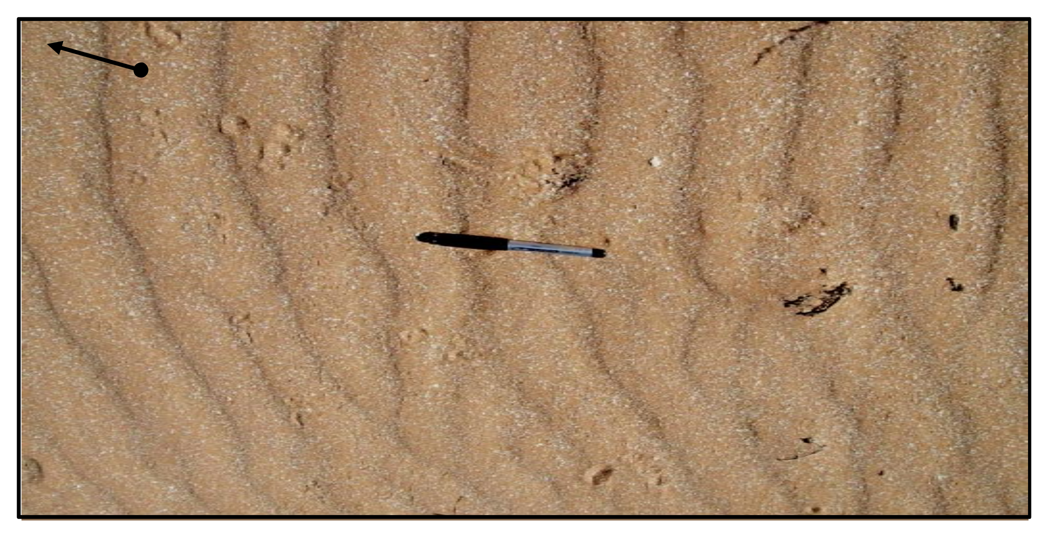
المحلي للمنطقة دور في تكوين ونشأة التموجات الرملية، حيث إن المناطق الخشنة تؤثر بدرجة كبيرة على نشأة التموجات الرملية، وتكون أكثر وضوحا في المناطق المستوية.

ومن خلال الدراسة الميدانية وقياس أبعاد بعض للتموجات الرملية بالمنطقة يتضح **مايلي:**

- تغطي التموجات أغلب الفرشات الرملية التي تنتشر على سطح منطقة الدراسة في قيعان منخفضاتها وعلى سطح الأراضي المستوية (شكل 5 ــ 23)، وتتكون من خليط من حبيبات الرمال الناعمة والكوارتز والحبيبات الجيرية الناتجة عن عملية التجوية والتعرية التي نقلتها الرياح، ومن خلال التحليل الحجمي لعينات من التموجات الرملية بالمنطقة، نلاحظ سيادة المواد الناعمة والتي شكلت نسبة 90% من حجم العينات، وهذا يؤكد ما توصلنا من ارتفاع نسبة المواد الناعمة من خلال تحليل رواسب الفرشات الرملية.
- تمتد وتنمو التموجات الرملية بالمنطقة بشكل عمودي مع اتجاه الرياح بشكل خطوط طولية متتابعة من الرمال، تفصل بينها مسافات تكاد تكون متساوية، وتمتاز باستقامتها أو تعرجاتها حسب انتظام الرياح السائدة، وتتخذ محاورا مابين شرق/غرب و شمال شرق/جنوب عرب.
- تتراوح أطوال التموجات الرملية مابين 4 ــ 15سم، بمتوسط عام يبلغ 8 سم، في حين يتراوح ارتفاعها مابين 1 ــ 5 سم، بمتوسط 3 سم، وتتميز جوانبها الواقعة في مواجهة الرياح بانحداراتها الخفيفة التي تتراوح مابين 2° ــ 10° درجات في حين تتميز الجوانب الواقعة في منصرف الرياح بانحدارات شديدة مابين 19° ــ 25° درجة،
- يلاحظ على التموجات الرملية في المنطقة أنها فصلية، حيث يقل تموجها وأحيانا تختفي في فصل الشتاء والربيع مع سقوط الأمطار، في حين تكون أكثر وضوحا في أواخر فصل الربيع والصيف وأول الخريف وذلك نتيجة زيادة سرعة الرياح والجفاف، وهبوب رياح القبلي التي لها أثر كبير في تكوين التموجات الرملية.



شكل (5 ــ 23) تموجات رملية علي أحد الفرشات الرملية بمنطقة القعرة



2 ـ3 ـ النباك الداخلية: Nabkhas

هي عبارة عن تجمعات وتراكمات رملية شكلتها الرياح المحملة بالرمال، نتيجة لوجود عقبة تتمثل في أغلب الأحيان بأحد النباتات السائدة في المنطقة، حيث تتراكم حولها الرمال لتكون النباك، وهي تختلف عن النباك الساحلية التي تم دراستها في (الفصل الثاني) التي يمثلها نبات الطرفا والديس والتي تكون نباك كبيرة الحجم.

ومن خلال الدراسة الميدانية تم رصد مجموعات كبيرة من حقول النباك التي يمثل أغلبها نبات الرمث، وتم قياس أبعاد 10من النباك جدول (5 ـ 4) داخل أراضي المنخفضات وعلى الأسطح المستوية ومن دراستها يتضح **مايلي:**

- تتمثل أغلب النباك الداخلية الناتجة عن الترسب الهوائي في نبات الرمث والمثنان، وأغلبها صغيرة الحجم لم يتجاوز ارتفاعها المتر الواحد كأقصى ارتفاع تصل إليه هذه النباك، مقارنة مع نباك المنطقة الساحلية (شكل 5 ـ 24)، وتنتشر أغلبها في المنطقة الجنوبية من منطقة الدراسة داخل أراضي المنخفضات وعلى أطرافها وعلى سطح الأراضي المستوية مابعد الحافات.
- تتراوح أطوال النباك الداخلية مابين 0.20 ـ 1.30 مترا، بمتوسط عام يبلغ 1 متر، ويتراوح عرضها مابين 1.10 ـ 1.70 مترا وارتفاعها مابين 30 ـ 90 سم.
- من خلال تحليل زوايا انحدار جوانب النباك، نجد أن درجات انحدار الجوانب المواجهة للرياح تتراوح مابين 28° ـ 57° درجة وهي تتمثل في درجات الانحدار الشديدة والجرفية، أما الجانب منصرف الرياح فتتراوح درجات انحداره ما بين 18° ـ 35° درجة وهي تتمثل في فئات الانحدار متوسطة الشدة والشديدة جدا في حين لم يتجاوز ارتفاع النبات فوق النبكة أكثر من 55 سم (شكل 5 ـ 25).
- كما تم رصد أعداد كبيرة من النباك المتدهورة التي يمثلها نبات الرمث (شكل 5 ـ 26) نتيجة لعمليات الجفاف وعملية الاحتطاب التي تمارس بكثافة شديدة، على هذا النوع من الشجيرات، والذي يعتبر من أفضل النباتات التي تستعمل كحطب ووقود للنار، إضافة إلى إزالة أجزاء كبيرة من حقول النباك لغرض استصلاح المنطقة واستغلالها في زراعة الحبوب.

---

* تسمي حقول النباك الداخلية التي يمثلها نبات الرمث محلية عند سكان المنطقة اسم (الكبد) ومفردها (كبده).

شكل (5 ـ 24) مقارنة بين النباك الداخلية والنباك الساحلية بمنطقة الدراسة



النباك الداخلية
يتمثل أغلبها في نبات الرمث والمثنان ويتراوح طولها مابين 0.20 – 1.30 متر وعرضها مابين 1.10 – 1.70 متر وارتفاعها مابين 30 ـــ 90 سم ، ويبلغ أقصي ارتفاع النبات فوق النبكة 55 سم



النباك الساحلية
يتمثل أغلبها في نبات الطرفا والديس والزيتة ويتراوح طولها مابين 1.50 كأصغر نبكه إلي 18 متر بمتوسط 8 متر، وعرضها مابين 1.50 متر بمتوسط 6 متر، وارتفاع النبكة مابين 1 ـ 4 متر بمتوسط 2.50 ويبلغ أقصي ارتفاع للنبات 3 متر

جدول (5 ـ 4) الخصائص المورفومترية للنباك الداخلية

الموقع	الطول/م	العرض/م	ارتفاع النبكة /م	الانحدار درجة		نوع النبات	ارتفاع النبات/ م	حالة النباك
				المواجهة للرياح	منصرف الرياح			
1	0.80	1.20	0.30	43	21	الرمث	0.15	جيدة
2	2	2.30	0.80	44	30	الرمث	0.35	جيدة
3	1	1.20	0.55	28	26	الرمث	0.20	متوسطة
4	0.90	1	0.60	33	28	الرمث	0.25	جيدة
5	0.20	0.10	0.15	8	5	الرمث	0.8	جيدة
6	1	1.20	0.30	60	35	الرمث	0.15	جيدة
7	1.30	1.70	0.90	57	18	الرمث	0.40	جيدة
8	1.10	1.20	0.80	55	20	الرمث	0.55	جيدة
9	1.20	1.40	0.90	35	20	الرمث	0.40	جيدة
10	0.80	1.10	0.85	45	28	الرمث	0.35	جيدة
المتوسط	1.03	1.24	0.615	40.8	23.1	ــــ	0.36	ــــ

المصدر : إعدد الطالب من الدراسة الميدانية 1 / 12 /2010

شكل (5 ــ 25) أحد النباك بمنطقة القعرة



شكل (5 ــ 26) نبكه متدهورة يمثلها نبات الرمث



2 ــ 4 ــ الكثبان الصاعدة : Sand Drifts

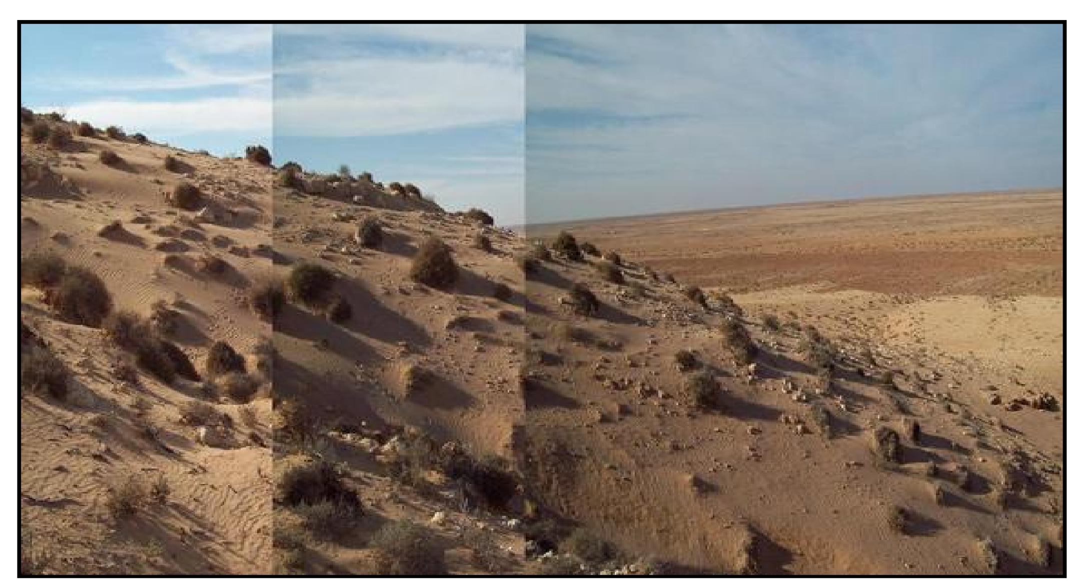
تظهر الكثبان الصاعدة على الحافات نتيجة إرساب الرياح لجــزء مــن حمولتهــا علــى الجانب المواجه للرياح، فتلقي بحمولتها عند قواعد الحافات المحمية من تأثير الريــاح علــى شكل أجزاء طولية موازية لامتدادها، وأحيانا تغطي هذه الرواسب معظــم أجــزاء المجــاري المائية التي تقطع هذه الحافات.

ومن خلال الدراسة الميدانية تم رصد مجموعات كبيرة من الكثبان الصاعدة التــي تغطــي أجزاء من حافات المنطقة ومن دراستها وقياس أبعادها يتضح **مايلي:**

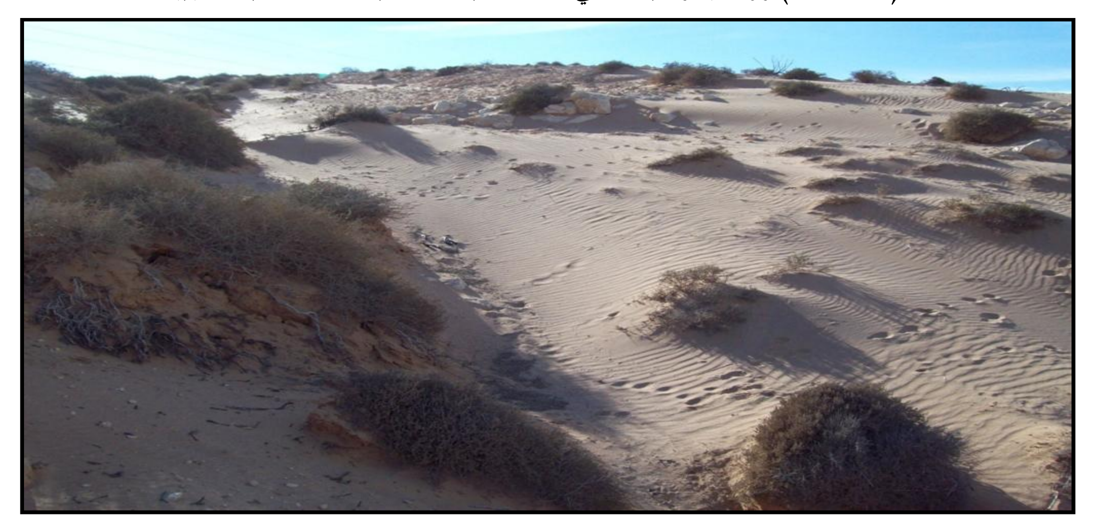
- تغطي الكثبان الصاعدة بعض الحافات الممتدة في المنطقة الجنوبية والمحيطة بالمنخفضات بمنطقة الدراسة، مثل (حافات العدم، حافات منطقة القعرة، حافات سقيفة الكور، حافات سقيفة الريفي، حافات سقيفة القصيعات، حافات سقيفة العظيمات، حافات سقيفة الغربات)، وتظهر على هيئة أشرطة من الرواسب الرملية تغطي بعض أجزاء الحافات (شكل 5 ــ 27)، كما تغطي أجزاء من المسيلات المائية التي تقطع هذه الحافات (شكل 5 ــ 28)، كما تعمل هذه الرواسب على تعديل شكل الحافات وتغيير طبيعة المواد المتراكمة عليه.
- تتسم الكثبان الصاعدة بقلة انحدارها وصغر حجمها، إذ لا يتعدى عرضها بضعة أمتار قليلة، ولا يزيد ارتفاعها عن متر واحد في أغلب الأحيان.
- تختلط مع رواسب الكثبان الصاعدة رواسب خشنة من الحصى والجلاميد التي تغطي الحافات ومن خلال التحليل الحجمي لرواسب الأشرطة الرملية نلاحظ ارتفاع في نسبة المواد الناعمة (غرين، رمال ناعمة جدا، رمال ناعمة، رمال متوسطة) حيث شكلت مانسبة 98% من حجم العينات التي تم تحليلها، في حين شكلت المواد الخشنة مانسبة 1.50% من حجم العينات.
- تتسم الكثبان الصاعدة بسرعة تحركها وتكوينها باتجاه أعلي المنحدرات، ويرجع ذلك إلى زيادة سرعة الرياح في بعض الفترات وانخفاض درجة انحدار الحافات التي تتراوح مابين 10° ــ 35° درجة.
- تنمو على الكثبان الصاعدة بالمنطقة بعض النباتات أغلبها نبات الرمث الذي يكون النباك، وهي معرضة للانجراف بواسطة السيول عند سقوط الأمطار، كما تظهر على سطحها التموجات الرملية.



شكل (5 ــ 27) كثبان صاعدة ترسبت عند حافات سقيفة العدم بالمنطقة الجنوبية



شكل (5 ــ 28) رواسب رملية تغطي أحد المسيلات المائية حافات سقيفة اللبيبة



ثالثا : المنخفضــات:

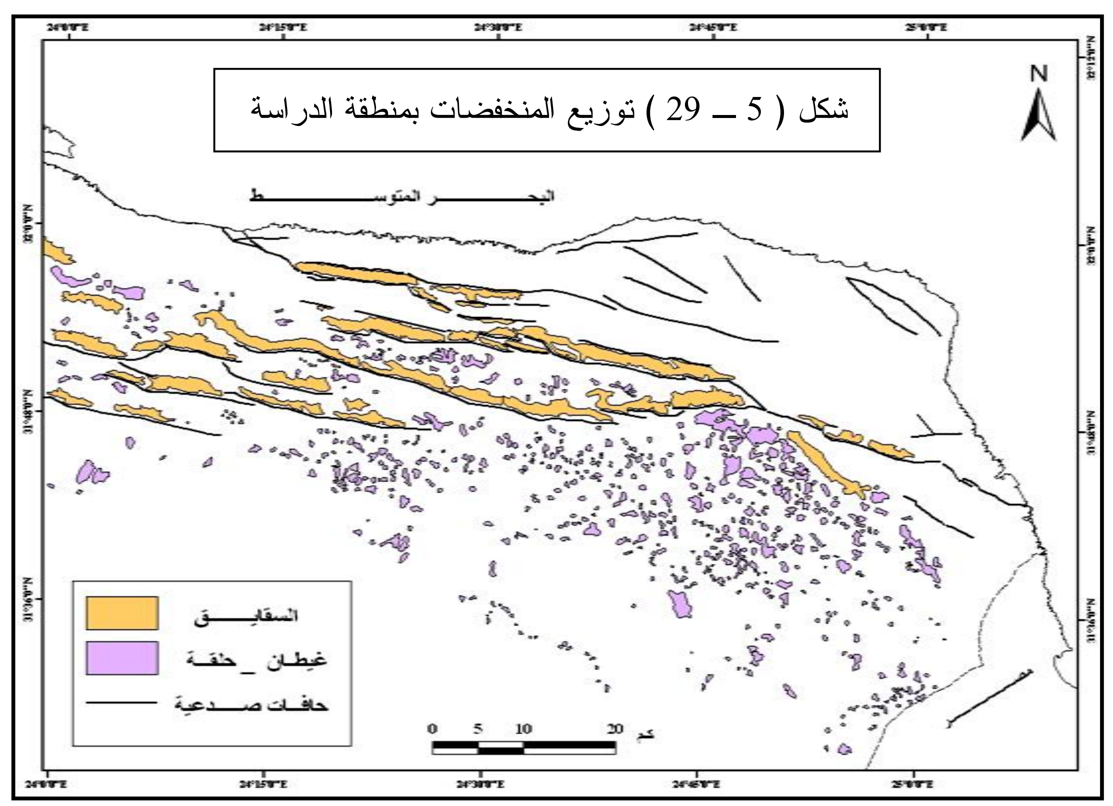
تعتبر المنخفضات من أهم الظاهرات الجيومورفولوجية التي تظهر علــى ســطح منطقــة الدراسة، وهي تشمل جميع المناطق والمساحات منخفضة المنسوب عما يجاورها سواء كــان ذلك بحافات أو بصورة تدريجية، وترجع نشأة المنخفضات إلى فعل العوامل التكتونيــة وإلــى العمليات التحاتية (جودة، حسنين جودة، 1995، ص31)، ومن خلال تحليل المرئية الفضــائية والخرائط الطبوغرافية وبرنامج Google earth نلاحظ أن المنخفضات شائعة الانتشار على سطح المنطقة، ومن خلال (شكل 5 ــ 29) يمكن تقسم المنخفضات بالمنطقة إلى قسمين **هما:**

- منخفضات الغيطان والحلق.
- منخفضات السقايف.

1 ــ منخفضات الغيطان والحلق :

تسمي المنخفضات التي لا تحيط بها حافات على سطح منطقة الدراسة اسم (الغيطــان أو الحلق)، وهي تشمل الأراضي منخفضة المنسوب والتي يكون انحدارها نحــو نقطــة معينــة بصورة تدريجية وغير محسوسة، كما يدل تركز الرواسب الناعمة وكثافة الغطاء النباتي فــي منطقة معينة على وجود مثل هذا النوع من المنخفضات (محمد رمضــان مصــطفي، 1993، ص 150، 153).

تعتبر منخفضات الغيطان والحلق من أكثر المنخفضــات انتشــارا علــى ســطح منطقــة الدراسة، وتكون أكثر انتشارا في المنطقة المستوية وقليلة الانحــدار، خاصــة فــي الأجــزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية من منطقة الدراسة، بدرجــة يصــعب حصــرها، إلا أنــه ومــن خلال الدراسة الميدانية وفحص الخرائط الطبوغرافية مقياس 50.000: 1، وبعد معالجتها في



المصدر: إعداد الطالب من الخرائط الطبوغرافية مقياس1: 50.000 باستخدام برنامج ARC GIS 9.3

برنامج Arc Gis 9.3 والمرئية الفضائية ETM، تم رصد عدد 582 منخفضا على سطح منطقة الدراسة.

تغطي منخفضات الغيطان والحلق مساحة تقدر بحوالي 207.5 كم^2 بنسبة 3.6% من جملة مساحة المنطقة، وتتفاوت مساحتها مابين 0.10 ــ 5.05 كم^2، ويعتبر غوط العنصل وغوط نصف الدنيا وغوط الطيار وغوط الترايش بمنطقة الخشيبات جنوب قصر الجدي، وغوط الأخوان جنوب منطقة كمبوت، من أكبر الغيطان بالمنطقة، ويوضح الجدول (5 ــــ 5) الخصائص المورفومترية لبعض الغيطان والحلق بمنطقة الدراسة، وترجع نشأة تلك المنخفضات نتيجة لعمليات تكتونية وتركيبية مثل زيادة كثافة الشقوق والفواصل الصخرية أو نتيجة لوجود ثنيات صخرية مقعرة أو هبوط في الكتل الصخرية القابلة لعمليات التجوية، حيث يؤدي قلة انحدارها إلى زيادة فعالية مياه الأمطار، وقدرتها على الإذابة طول فترة بقائها على السطح، وزيادة فرصة تسربها إلى الطبقات السفلى، مما يؤدي إلى تحطيم وإذابة الصخور الجيرية.

جدول (5 ــ 5) الخصائص المورفومترية لبعض منخفضات الغيطان والحلق*

الرقم	اسم المخفض (الغيطان والحلق)	المساحة كم	المحيط كم	الطول كم	متوسط العرض كم	أعلى منسوب م	ادني منسوب م	فارق المنسوب م
1	غوط الطيار	4.77	12.6	3.5	1.7	210	207	3
2	غوط نص الدنيا	4.64	15.4	4.5	1.3	210	207	3
3	غوط الترايش	0.78	5.4	1.4	0.42	212	209	3
4	غوط الخس	0.62	3.0	0.95	0.70	211	209	2
5	غوط العلوش	0.76	4.0	1.3	0.55	210	208	2
6	غوط العنصل	5.00	10.9	3.5	1.7	214	211	2
7	غوط الأخوان	2.30	7.0	2.7	0.92	150	147	3
8	حلق الفرين	0.24	2.4	0.85	0.40	166	163	3
9	حلق الشويعرات	0.73	3.8	1.4	0.56	142	139	3
10	حلق العلز	0.44	2.6	0.95	0.50	139	136	3
11	حلق البوم	0.67	3.5	1.2	0.60	138	135	3
12	حلق العريض	0.21	1.6	0.54	0.40	200	198	2
المتوسط	ـــــــ	1.7	6.0	1.8	0.81	ـــــــ	ـــــــ	2.6

المصدر: إعداد الطالب من الخرائط الطبوغرافية مقياس 1:50.000 باستخدام برنامج ARC GIS 9.3

تتضمن أغلب منخفضات الغيطان فروقا في المناسيب مابين أطراف المنخفضات والمنطقة المركزية وسط المنخفض وتتراوح الفروق مابين 15 سم، في المنخفضات الصغيرة جدا وتصل إلى أكثر من 2.50 متر في بعض المنخفضات الكبيرة ويكون الانحدار بصورة تدريجية، وعادة مايكون الفارق في المنسوب تبعا لمساحة المنخفض وامتداده.

تتميز منخفضات الغيطان والحلق بتكون ترسبات دقيقة من الغرين الناعم والرواسب الدقيقة جدا من الطين والطمي والرمال الناعمة في قيعانها، وهي تعد المناطق الأولى التي تتجمع في قيعانها كمية من المياه بعد سقوط الأمطار، لتشكل نوع من المناقع والبرك، حيث تقوم هذه المياه بجرف الرواسب الدقيقة من الأطراف والمناطق المرتفعة التي تحيط بالمنخفضات إلى وسطها (محمد رمضان مصطفي، 1993، ص 150، 153)، كما أن مياه الأمطار قد تبقى لعدة أيام تغطي المنخفض بعد انتهاء سقوط الأمطار إلى أن تتبخر أو تتسرب إلى باطن الأرض، وقد تتعرض هذه الرواسب إلى الجفاف فتظهر عليها أشكال التشققات الطينية، كما تم توضيحها سابقا، كما تنمو على سطح أغلب المنخفضات خاصة الصغيرة، مجموعة كبيرة من النباتات مثل المثنان والرمث والقطف، وبعض الأعشاب الحولية التي تنمو

*** توجد العديد من منخفضات الغيطان والحلق الصغيرة جدا والتي لم تتجاوز مساحاتها 0.10 كم^2 ، فقد تم رصد المئات منها سواء من الدراسة الميدانية أو الخرائط الطبوغرافية أو المرئية الفضائية.**

عقب سقوط الأمطار، نتيجة لتوفر تربة جيدة ورطوبة تشجع على نمو النباتات، وقد استغلت أغلب المنخفضات خاصة الكبير منها في الزراعة البعلية بعد إزالة الغطاء النباتي الذي ينمو بداخلها، لما يتوفر في هذه المنخفضات من تربات جيدة للزراعة (شكل 5 ـــ 30).

شكل (5 ـــ 30) أهم الغيطان بمنطقة الخشيبات التي تستغل في الزراعة البعلية



2 ـ منخفضات السقايف :

يطلق سكان المنطقة اسم السقايف على جميع الأراضي منخفضة المنسوب التي تقع ما بين الحافات والتي يتغير فيها طبيعة وشكل المنحدر المحيط بتلك المنخفضات بشكل فجائي، بحيث تظهر بشكل حواف بارزة تختلف في منسوبها من منخفض إلى آخر، وجميع هذه المنخفضات معروفة بأسماء جغرافية معلومة ومحددة، وتنحدر نحو هذه المنخفضات مجموعة كبيرة من الأودية التي تقطع الحافات التي تحيط بالمنخفضات، وتتميز تلك الأودية بالقصر والضحالة ولا تتعدى في الغالب الرتبة الثالثة، وأغلبها وحيدة المجرى، كما يرتبط بأغلب الأودية بعض الظاهرات الجيومورفولوجية كالمراوح الفيضية والمصاطب الرسوبية، وتنتشر عند نهاية هذه الأودية مجموعة كبيرة من الآبار الرومانية والعربية وأغلبها معروفة باسم أشخاص قاموا بحفرها، لاستخدامها في الزراعة ومياه الشرب وسقي الحيوانات، وتستغل جميع أراضي السقايف في الزراعة، وتعتبر أفضل المناطق الزراعية بالمنطقة نظرا لتوفر التربة الجيدة للزراعة المروية والبعلية، حيث يقوم سكان المنطقة بتسوية الأراضي وإقامة السدود للحفاظ على أكبر قدر من المياه أثناء سقوط الأمطار (شكل 5 ـــ 31).

وتنتشر على أراضي منخفضات السقايف أسطح من الحمادات الحصوية (الرق) الفرشات الرملية والتموجات الرملية، كما تنتشر على الحافات المحيطة بالمنخفضات خاصة الجنوبية مجموعة كبيرة من الأشرطة الرملية التي تغطي هذه الحافات.

ومن خلال تحليل الخرائط الطبوغرافية والمرئية الفضائية و والصور الفضائية في برنامج Google earth ومن خلال حصر عدد منخفضات السقايف وكثافتها على سطح منطقة الدراسة (شكل 5 ــ 29) ومن الجدول (5 ــ 6) يتضح **ما يلي:**

- بلغ عدد منخفضات السقايف بالمنطقة 34 سقيفة، تنتشر أغلبها في جميع منطقة الدراسة، وتظهر بكثافة عالية في وسط منطقة الدراسة، من منطقة القعرة غربا إلى منطقة قصر الجدي شرقا، وتمتد بشكل طولي مع امتداد الحافات الصدعية.
- بلغت مساحة منخفضات السقايف 263.29كم^2 وهي تشكل مانسبة 56.1% من مساحة المنخفضات، 4.6% من جملة مساحة منطقة الدراسة، وتتراوح مساحة منخفضات السقايف مابين 0.49كم^2 بسقيفة الحاج أكريم جنوب شرق منطقة القعرة و 30.2كم^2 بسقيفة الهناد جنوب منطقة بئر الأشهب، بمتوسط يبلغ 7.6كم^2، في حين سجلت منخفضات السقايف التي تقل مساحتها عن المتوسط العام نحو 16 سقيفة وهي تشكل ما نسبته 47% من جملة عدد منخفضات السقايف.
- تركزت أغلب منخفضات السقايف من حيث العدد في فئات المساحات الصغيرة، وبلغ عدد المنخفضات التي تقل مساحتها عن10 كم^2 سوى 24 منخفضا بنسبة 70.5 % من جملة منخفضات السقايف، ولم يبلغ عدد المنخفضات التي تزيد مساحتها عن 10 كم^2 سوى 8 منخفضات بنسبة 23 % من حيث عدد منخفضات السقايف وهي تساهم بنحو 102.7 كم^2 من جملة المساحة بنسبة 39% من جملة مساحة منخفضات السقايف، ولم يتجاوز عدد المنخفضات التي تزيد مساحتها عن 20 كم^2 سوى منخفضين، فقد سجلت21كم^2 بسقيفة الزعفران و30.2كم^2 بسقيفة الهناد، ويعتبران من أكبر السقايف في المنطقة فقد استحوذا على نسبة 19.4% من جملة مساحة منخفضات السقايف.
- بلغ أكبر محور للطول 25.1 كم بسقيفة الهناد، وهي أكبر السقايف في المنطقة من حيث المساحة، في حين سجل أقل المحاور طولا سقيفة الحاج أكريم بطول 1.6كم ثم سقيفة القبة 2.5كم وهي أصغر المنخفضات من حيث المساحة، ونلاحظ تركز أغلب المنخفضات في فئات الطول الدنيا مابين1 ــ 10 كم، فقد بلغ عددها 28 منخفضا بنسبة 82%، أغلبها تتسم بصغر مساحتها التي لم تتجاوز 10كم^2، وتركزت فئات الطول 11 ــ 20 كم في5 منخفضات أكبرها سقيفة الزعفران 19 كم^2 في حين تراوح الباقي مابين 11 ــ 13 كم، ولم يتعد محور الطول أكثر من 20 كم سواء منخفض سقيفة الهناد بطول 25.1كم، وسجل

أكبر نسبة تكرار في محاور الطول حيث كان لفئة 8 كم وبلغ عددها 6 منخفضات بنسبة 17.6%، ثم فئات 3 كم وبلغ عددها 5 منخفضات بنسبة 14.7% ثم فئات 10كم وسجلت 4 منخفضات بنسبة 11.7%.

- تركزت جميع منخفضات السقايف في فئات العرض الدنيا التي لم يتجاوز عرضها 2 كم، ويرجع السبب إلى انحصارها بين الحافات الصدعية فتميل إلى زيادة الطول على حساب العرض فيقل عدد المنخفضات وتزيد وتكبر في المساحة، مثل الذي نلاحظه بين سقيفة الغربات وسقيفة حفلز، وسقيفة شلنق، وسقيفة الزعفران، فجميع هذه المنخفضات تمتد في محور طولي واحد ولا يفصلها عن بعضها سوى أراضى مرتفعة صغيرة جدا لا تزيد في درجة انحدارها عن 3 درجات، وقد بلغت أقل المحاور العرضية طولا بسقيفة زايد شرق منطقة كبوت، بعرض يبلغ 0.40كم، أما أكبر المحاور العرضية طولا فقد سجل في 3 منخفضات وبلغ 1.6كم بسقيفة الهناد وسقيفة بوالكور، وسقيفة الخوير بمنطقة الخشيبات.
- تتراوح أعماق منخفضات السقايف عن الأراضي التي تحيط بها مابين7 ــ 57 متر، وتركزت غالبية منخفضات السقايف في فئات العمق التي تقل عن 25 مترا، حيث تمثلت في 17 سقيفة بنسبة 50% من عدد المنخفضات، وقد سجلت أكبر المنخفضات عمقا في 5 منخفضات بنسبة 14.7% من جملة منخفضات السقايف، وتراوح عمقها مابين 57 ــ50 متر، في سقيفة الزعفران والهناد وبالفقف والعدم واللبيبة المعلقة، وقد سجلت أقل المنخفضات عمقا والتي تقل عن 10 متر في 3 منخفضات بنسبة 8% من جملة منخفضات السقايف حيث سجلت في سقيفة الخروبة 8 أمتار والغرسة 7 أمتار والحاج أكريم 8 أمتار.

شكل (5 ــ 31) منخفض سقيفة الدودة



جدول (5 ــ 6) الخصائص المورفومترية لمنخفضات السقايف

الرقم	اسم المنخفض (السقيفة)	المساحة كم^2	نسبة المساحة %	المحيط كم	الطول كم	متوسط العرض كم	اعلي منسوب م	ادني منسوب م	فارق المنسوب م
1	سقيفة العـدم	10.0	3.7	21.5	8.7	1.3	150	98	52
2	سقيفة الــدودة	2.7	1.0	7.9	3.3	0.95	150	105	45
3	سقيفة بوالحامـض	10.9	4.1	21.3	8.3	1.6	153	105	49
4	سقيفة الشويعرات	8.4	3.1	18.3	7.5	1.4	152	130	22
5	سقيفة الشومـــر	6.7	2.5	23.3	10.2	0.66	183	141	41
6	سقيفة الريفـــي	8.0	3.0	20.1	8.2	0.91	187	150	37
7	سقيفة الغـــرابات	13.6	5.2	28.3	12.6	1.3	183	135	48
8	سقيفة حفلـــز	6.7	2.5	13.8	6.3	1.2	175	130	45
9	سقيفة شلنـــــق	10.2	3.8	25.9	10.3	1.2	174	127	47
10	سقيفة الزعفـران	21.0	7.9	44.3	19.7	1.3	153	110	43
11	سقيفة الخنـــق	16.9	6.4	31.1	13.7	1.3	149	92	57
12	سقيفة القبـــقابة	15.3	5.8	28.6	13.6	1.2	105	71	34
13	سقيفة محضيـــة	1.7	0.64	7.2	3.0	0.67	96	81	15
14	سقيفة المجبـــد	7.1	2.6	24.9	10.2	0.91	91	70	21
15	سقيفة جبـــر	3.0	1.1	10.5	3.4	1.2	144	99	45
16	سقيفة الليبيـــة	2.3	0.87	10.3	4.2	0.73	115	97	18
17	سقيفة الليبية المعلقة	1.5	0.56	8.0	3.6	0.55	140	107	33
18	سقيفة الفريـــن	10.0	3.7	27.6	10.2	1.3	207	156	51
19	سقيفة الهنـــاد	30.2	11.4	67.2	25.1	1.6	164	107	57
20	سقيفة القصيعات	3.5	1.3	12.3	5.2	0.90	106	137	23
21	سقيفة العظيمـات	4.6	1.7	16.3	7.1	0.95	168	149	19
22	سقيفة المكمن	9.4	3.5	20.4	8.1	1.4	104	128	12
23	سقيفة بوالكـــور	10.9	4.1	21.8	8.6	1.6	150	128	22
24	سقيفة الخروبة	4.4	1.6	12.6	5.2	0.86	136	128	8
25	سقيفة العمـــار	2.5	0.94	10.2	4.4	0.70	139	127	12
26	سقيفة الغـــرسة	6.7	2.5	18.5	6.8	1.2	140	133	7
27	سقيفة المجبد قصر الجدي	2.9	1.1	10.0	3.9	0.85	215	160	55
28	سقيفة البجيره	12.0	4.5	22.5	8.2	1.6	207	171	36
29	سقيفة الخوير	12.9	4.8	29.8	11.6	1.4	213	205	8
30	سقيفة الحاج أكريم	0.49	0.18	3.9	1.6	0.5	144	127	17
31	سقيفة حقف الليبية	2.4	0.91	10.2	4.8	0.55	116	97	19
32	سقيفة القبة	1.3	0.49	5.4	2.5	0.66	96	82	14
33	سقيفة زايد	1.2	0.45	7.1	3.3	0.40	97	72	25
34	سقيفة زايد الشرقية	1.9	0.72	13.1	6.2	0.44	98	86	12

المصدر: إعداد الطالب من الخرائط الطبوغرافية مقياس 1:50.000 باستخدام برنامج ARC GIS 9.3

2 ـ1 ـ تحليل قطاعات انحدار منخفضات السقايف :

تم قياس ومسح 10 قطاعات انحدارية جدول (5 ــ 7) و (شــكل 5 ــ 32) مــن نمــوذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام برنامج Global Mapper من خــلال نافــذة 3D path profile/line ofsight التي تتيح قياس درجات الانحدار ورسم القطاعات الانحدارية.

بلغت جملة أطوال قطاعات منحدرات السقايف 18518 مترا موزعة على عشر قطاعات. وبلغ عدد القراءات لزوايا الانحدار نحو 586 بمعدل قراءة 30 متر لكل زاوية انحدار، وتــم ترتيب زوايا الانحدار تصاعديا من صفر إلى 90 درجة حسب تصــنيف (Young. 1973. p.137) وتم حساب معدل تقوس قطاعات الانحــدار بطريقــة (Abd el-Rahaman etal, 1980, pp.33-34)

جدول (5 ـ 7) القطاعات الانحدارية لمنخفضات السقايف

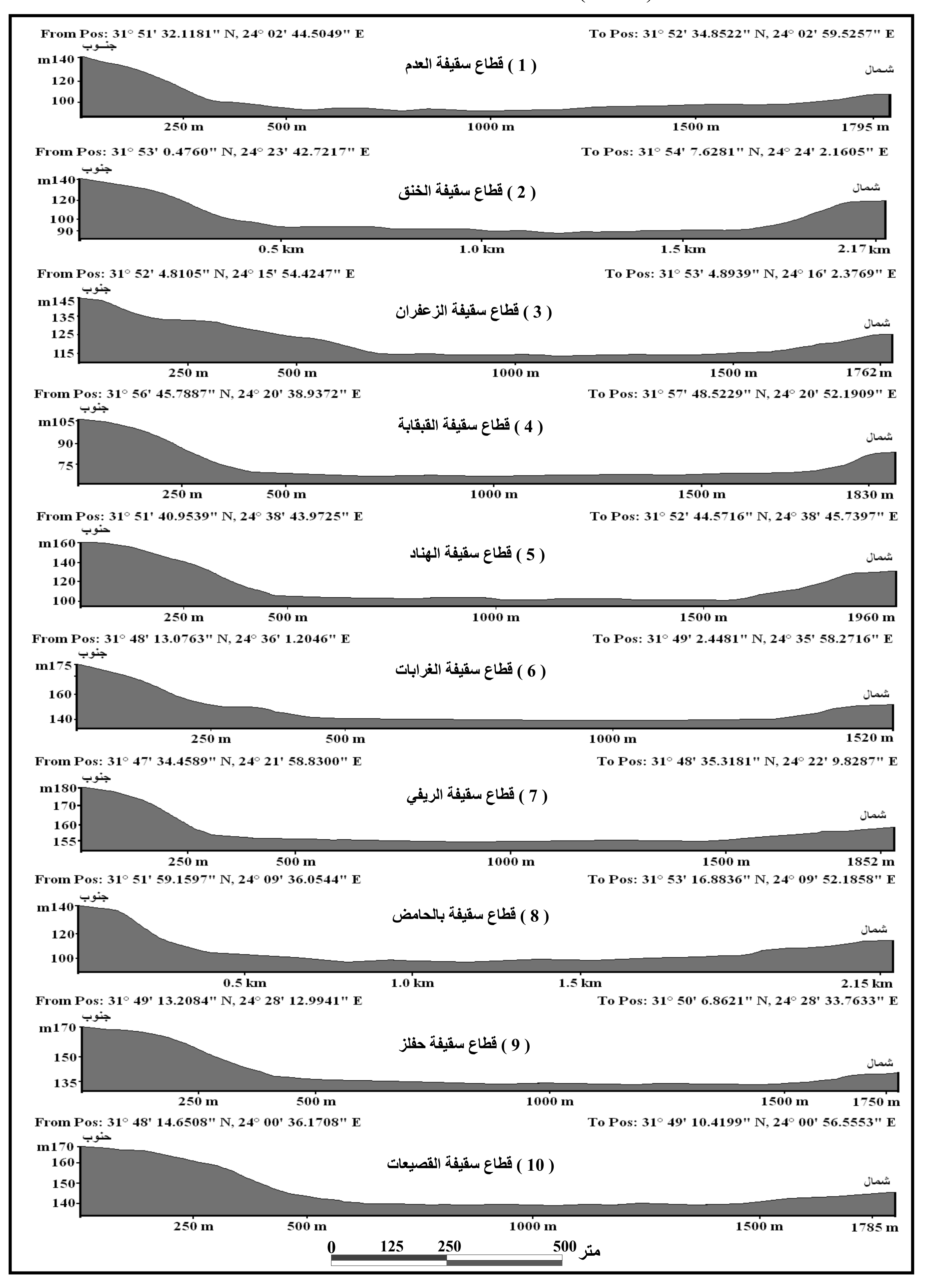
الرقم	اسم القطـــاع	طول متر	نسبة الطول %	فارق الارتفاع متر	متوسط درجة الانحدار
1	سقيفة العدم	1795	9.6	50	2.5°
2	سقيفة الخنق	2175	11.7	45	2.7°
3	سقيفة الزعفران	1762	9.5	30	2.0°
4	سقيفة القبقابة	1830	9.8	30	1.5°
5	سقيفة الهناد	1960	10.5	50	2.4°
6	سقيفة الغرابات	1520	8.2	35	1.7°
7	سقيفة الريفي	1852	10.0	25	1.2°
8	سقيفة بوالحامض	2095	11.3	40	2.1°
9	سقيفة حفلز	1750	9.4	35	1.7°
10	سقيفة القصيعات	1785	19.6	30	1.5°
المجموع	ــــ	18518	ــــ	ــــ	ــــ

2 ـ1 ـ التوزيع التكراري لزوايا انحدار قطاعات منخفضات السقايف:

ومن خلال دراسة التوزيع التكراري لزوايا انحدار قطاعات منخفضات السقايف جدول (5 ــ 8) و (شكل 5 ــ 33) يتضح **ما يلي:**

- شكلت فئة الانحدار شبه المستوية (0 ــ 2) نسبة 79.2% من جملة أطــوال القطاعــات بطول يبلغ 14682 متر، وبلغ عدد تكرارها 131 بنسبة 76.6% من جملة تكرار زاويــة الانحدار وكانت الزاوية 1 هي أكثر الزوايا الشائعة على طول القطاعات.
- ساهمت الانحدارات الخفيفة (3 ــ 5) بنسبة 13.2% من جملة أطوال القطاعات بطــول يبلغ 2448 متر .

شكل (5 ـ 32) قطاعات منحدرات السقايف بمنطقة الدراسة

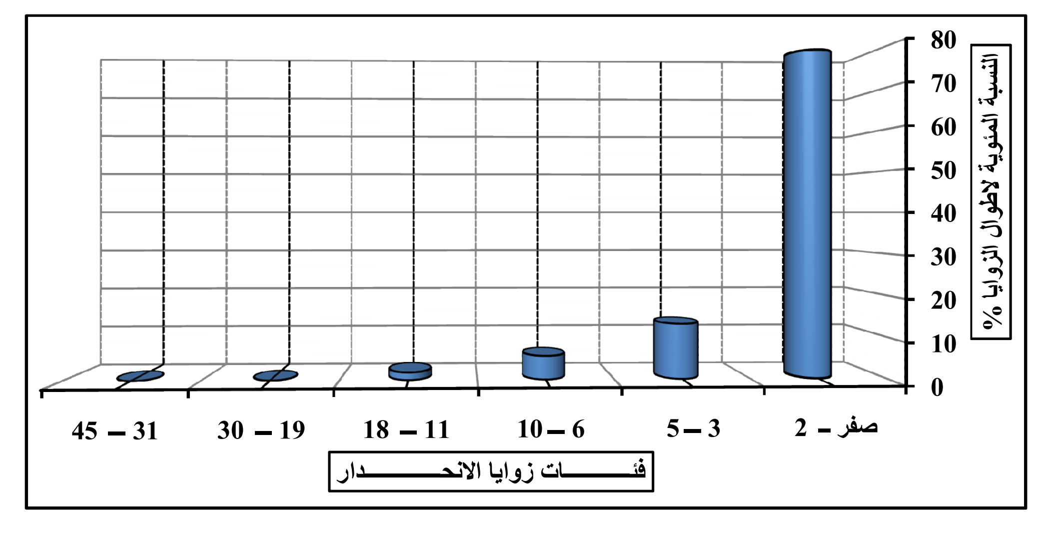


- شكلت الانحدارات شبه المستوية والخفيفة مجتمعة بنسبة 92.4% من جملة أطوال القطاعات، وهذا يعكس طبيعة الانحدارات السائدة على سطح المنطقة، حيث نلاحظ أن جميع القطاعات الانحدارية المقاسه ميدانيا (بالفصل الرابع) شكلت فئات الانحدار شبه المستوية أكثر من 90% في جميع القطاعات، وتكاد تتفق هذه النسبة مع ما توصل إليه محمد رمضان مصطفى في دراسة لهضبة الدفة 1993، حيث بلغت نسبة الانحدارات المستوية والخفيفة على منحدرات منخفضات الهضبة نحو 92.7% من القطاعات المقاس.
- تغطي فئات الانحدار المتوسطة والشديدة نسبيا نسبة 7.4 % من جملة أطوال القطاعات بطول يبلغ 1389 متر، وبلغت نسبة تكرارهما 8.9% من جملة تكرارات الزوايا وسجلت الزوايا (8 ــ 12) أكثر الزوايا الشائعة على طول هذه الفئات، وترتبط أغلب تلك الفئات بأجزاء الحافات المحيطة بالمنخفضات.

جـدول (5 ـ 8) التوزيع التكـراري لزوايا انحـدار قطاعات منخفضات السقايف

فئات درجات الانحدار	طبيعة الانحدار	التكرار	نسبة التكرار %	الطول (متر)	نسبة الطول%	الحدية السفلي	الحدية العليا	الزاوية الشائعة	متوسط درجة الانحدار
صفر ـ 2	شبه مستوي	449	76.6	14682	79.2	0	2	1	1
3 ـ 5	خفيفة	84	14.3	2448	13.2	3	5	3	4
6 ـ 10	متوسطة	41	6.9	1047	5.6	6	10	8	7
11 ـ 18	شديدة نسبيا	12	2.0	342	1.8	11	16	12	12
19 ـ 30	شديدة	—	—	—	—	—	—	—	—
31 ـ 45	شديدة جداً	—	—	—	—	—	—	—	—
المجموع	—	586	—	18518	—	—	—	—	—

شكل (5 ـ 33) التوزيع التكراري لزوايا انحدار قطاعات منخفضات السقايف



2 ـ 2 ـ معدل تقوس قطاعات انحدار منخفضات السقايف :

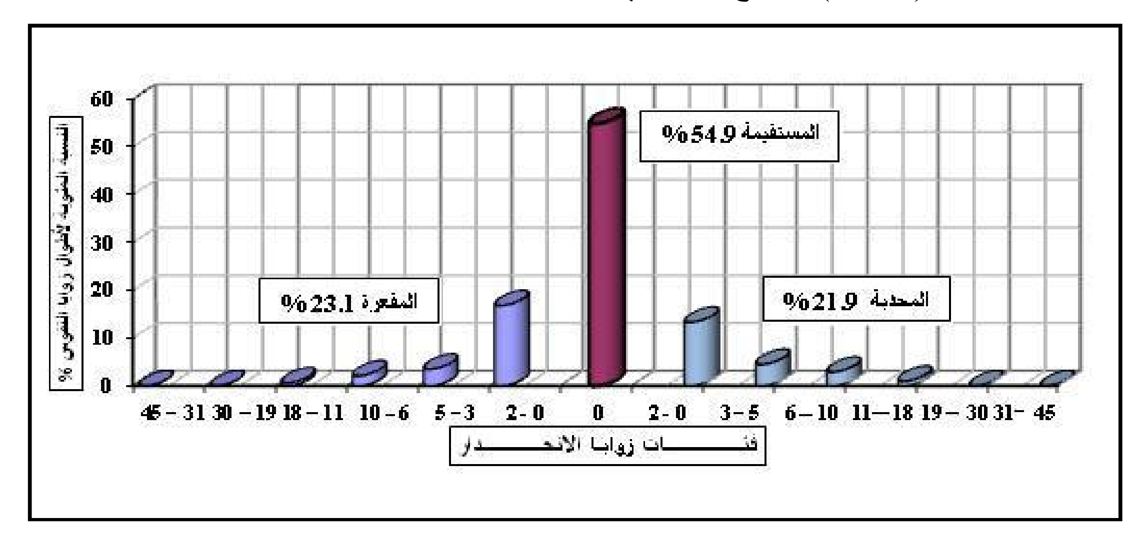
من خلال تحليل الجدول (5 ـ 9) والمدرج التكراري لمعدل تقوس قطاعات منحدرات السقايف (شكل 5 ـ 34) يتضح ما يلي:

- بلغت نسبة التحدب لمنحدرات منخفضات السقايف 0.94 أي أنها أقرب إلى المنحدرات المقعرة الشكل مع نسبة من التحدب الخفيفة، في حين تراوحت قيم التقوس مابين (+23 و − 22).
- شكلت العناصر المستقيمة نسبة 54.9% من جملة أطوال القطاعات، وتركزت أغلب هذه العناصر في الأجزاء الوسطى من المنحدرات، وعلى جميع قيعان المنخفضات حيث تتميز باستقرار وانتظام درجات الانحدار على طول تلك العناصر من القطاعات.
- شكلت العناصر المقعرة نسبة 23.1% من جملة أطوال القطاعات، بينما شكلت العناصر المحدبة نسبة 21.9% من جملة أطوال القطاعات، وتتركز أغلب العناصر في الأجزاء الدنيا وبعض من الأجزاء الوسطى من قطاعات المنحدرات وفي أغلب نقاط تغير الانحدار.
- ارتفعت نسبة التقوس في فئات التحدب والتقعر الخفيفة وشبه المستوية في كل من العناصر المقعرة والمحدبة، واستحوذت فئات التقوس شبه المستوية والخفيفة على نسبة 38.1% من جملة أطوال القطاعات، واستأثرت فئة التقوس المقعرة على 20.3% والمحدبة 17.8%، في حين انخفضت نسبة التقوس في الفئات المتوسطة والشديدة نسبيا، حيث شكلت مانسبته 6.7% من جملة أطوال القطاعات، وسجلت العناصر المحدبة نسبة 3.9% والمقعرة 2.7%، وغابت على جميع القطاعات فئات التقوس الشديدة والشديدة جدا والجرفية.

جدول (5 ـ 9) معدل التقوس لزوايا انحدار قطاعات منخفضات السقايف

فئات درجات الانحدار	طبيعة الانحدار	المحدبة		المقعرة		نسبة الكلية
		الطول (متر)	نسبة الطول%	الطول (متر)	نسبة الطول%	
صفر	**مستقيم**	**10174**	**54.9**	**ـــ**	**ـــ**	**54.9**
صفر - 2	**شبة مستوي**	**2476**	**13.3**	**3113**	**16.8**	**30.1**
3 – 5	**خفيفة**	**846**	**4.5**	**661**	**3.5**	**8.0**
6 – 10	**متوسطة**	**546**	**2.9**	**390**	**2.1**	**5.0**
11 – 18	**شديدة نسبيا**	**192**	**1.0**	**120**	**0.64**	**1.64**
19 – 30	**شديدة**	**ـــ**	**ـــ**	**ـــ**	**ـــ**	**ـــ**
31 – 45	**شديدة جداً**	**ـــ**	**ـــ**	**ـــ**	**ـــ**	**ـــ**

شكل (5 ـ 34) المدرج التكراري لمعدلات تقوس قطاعات المنخفضات



يتضح من خلال العرض السابق لمنخفضات السقايف بمنطقة الدراسة، تنوع الظـــاهرات الجيومورفولوجية داخل أراضي المنخفضات الناتجة عن النحت والترسيب المائي والهــوائي، حيث ظهرت داخل هذه المنخفضات أشكال ناتجة عن النحت والترسيب المائي مثل المــراوح الفيضية والمصاطب الرسوبية، إضافة إلى مساحات تأثرت بفعل النحت والإرساب الهــوائي، على شكل حمادة وتموجات رملية وتراكمات رملية التي تمثلها النباك، كمـا تنتشــر علــى منحدرات المنخفضات خاصة الجنوبية تجمعات من الأشرطة الرملية.

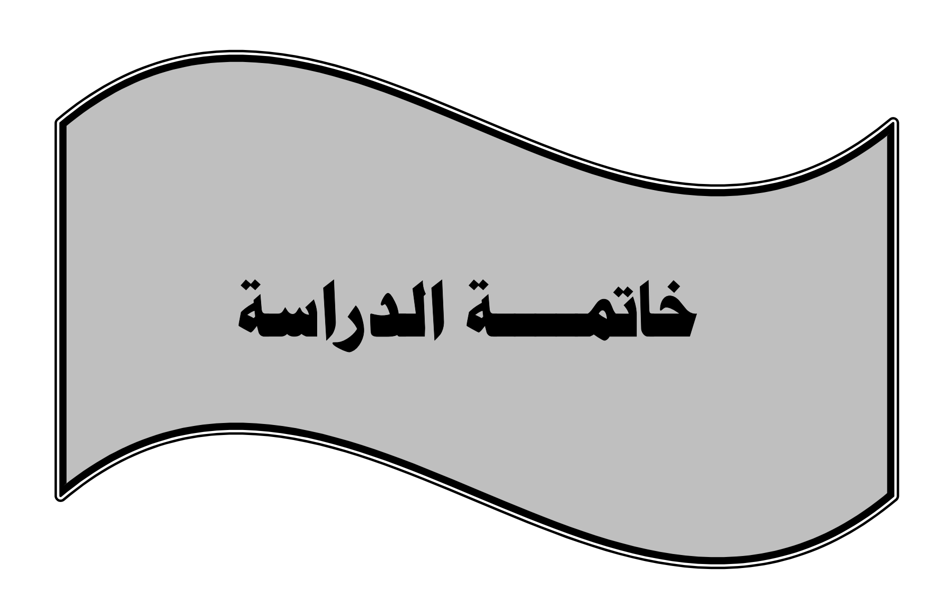
الخـــــلاصة:

من خلال دراسة الأشكال الناتجة عن النحت والترسيب المائي والريحي يتضح **مايلي:**

- تعتبر الأودية التي تغطي شبكات تصريفها معظم منطقة الدراسة من أبرز الظــاهرات الناتجــة عن النحت المائي، ويرتبط بهذه الأودية في قطاعاتهــا الطوليــة مجموعــة مــن الظــاهرات الجيومورفولوجية.
- تعد نقاط تغير الانحدار أحد مظاهر عدم انتظام القطاعات الطوليــة للأوديــة، وذلــك نتيجــة انخفاض مستوى القاعدة، أو نتيجة عبور الأودية تكوينات جيولوجية تختلف فــي خصائصــها الليثيولوجية، أو بسبب التغيرات المناخية السابقة والتي ساعدت الأودية علــى تجديــد شــبابها، وتشكل نقاط تغير الانحدار جروفا ومساقط مائية تأخذ الشكل السلمي في أغلب مجاري الأودية وعلى روافدها التي تقطع الحافات، ويتراوح ارتفاع نقاط تغير الانحدار مابين 0.75 ـــ 25 متر، ويرتبط بنقط تجديد الانحدار على أغلب القطاعات الطولية للأودية ظاهرة حفر الغطس ويتراوح عمقها مابين 0.50 ــ 5 متر.

- تنتشر منحدرات البدمنت على طول امتداد قواعد منحدرات الحافات التي تغطي منطقة الدراسة وتتباين في اتساعها مابين 20 ــ 350 متر، وتتراوح درجات انحدارها مابين 2° ــ 7° درجات، وتتسم بوجود العديد من المجاري المائية الضحلة التي تقطعها، وتنمو داخل هذه المجاري مجموعة من النباتات يمثل أغلبها نبات الرمث والمثنان والقطف.
- لاتوجد مراوح فيضية عند مصبات الأودية الرئيسة التي تغطي شبكات تصريفها معظم منطقة الدراسة، حيث ينتهي أغلبها بمصبات خليجية، باستثناء أودية منطقة العقيلة التي تشكل مراوح ملتحمة مكونة بذلك سهل البهادا أو البجادا Bahada، نتيجة لاقتراب مخارج الأودية من بعضها، واقتصر وجودها المراوح على روافد الأودية التي تخترق الحافات، التي تقوم بفرش حمولتها على قيعان المنخفضات وتميزت بصغر مساحاتها وأبعادها، وتتسم سطوحها بانحدرات مابين 2° ــ 4° درجات، وتتألف رواسب المراوح من الحصى والجلاميد عند رؤوسها المراوح وتزداد هذه الرواسب دقة كلما ابتعدنا نحو الأطراف والأجزاء السفلى من المراوح، وتعد الرواسب الدقيقة النسيج داخل المراوح أفضل المناطق التي يمكن استغلالها في الزراعة .
- ظهرت المصاطب الرسوبية على جوانب معظم الأودية في قطاعاتها الدنيا والوسطى من منطقة الدراسة واتسمت بالتجانس في امتدادها واتساعها وتكويناتها الرسوبية، ويتراوح اتساع المصاطب مابين 10 ــ 250 متر، ويبلغ أقصي عرض لها في الأجزاء الدنيا من الأودية، وتعددت المصاطب في مناسيبها مابين 0.20 ــ 3.50 متر فوق قاع مجاري الأودية، ويغلب عليها صفة عدم التناظر إلا في أجزاء محدودة جداً، وتتسم أسطحها بانحدرات شبه مستوية وخفيفة وسادت الانحدارات الشديدة والجرفية على أغلب جبهاتها.
- تتنوع الرواسب على طول القطاعات الطولية للأودية وتتكون من خليط من الطين والرمال الناعمة والخشنة والحصى والجلاميد إضافة إلى الكتل الصخرية الكبيرة، ويختلف سمك الرواسب من واد إلى آخر ومن جزء إلى آخر داخل مجاري الأودية .
- تكونت أشكال صغيرة من المسطحات الطينية واقتصر وجودها على أجزاء متفرقة داخل بعض مجاري الأودية والمنخفضات الصغيرة، ولاتغطى سواء مساحات لا تتعدى بضعة أمتار مربعة، واختلفت أشكالها مابين السداسية والثمانية وشبه دائرية صغيرة على أرضية المنخفضات .
- اقتصر وجود الظاهرات الناتجة عن النحت الريحي على ظهور أسطح من الحمادات الحصوية على سطح منطقة الدراسة وعلى أطراف منخفضاتها، وتتألف من طبقات من الحصى والجلاميد الذي يتراوح قطرها مابين 0.10 ــ 20 سم، ويكون أغلبها حاد الزوايا وغير مصنفة، وتغطي بعض أجزاء تربة محلية رقيقة وبعض الرواسب الناعمة .

- تعددت الأشكال الناتجة عن الإرساب الهوائي وتمثلت في الفرشات الرملية، وتظهر على شكل مساحات صغيرة متناثرة على سطح قيعان المنخفضات وتنمو عليها بعض النباتات مثل المثنان والرمث والقطف وتكون النباك الرملية الداخلية، كما تتميز بظهور الأسطح المتموجة التي تمتد متعامدة مع اتجاه الرياح .
- ظهرت بعض الكثبان الصاعدة التي تغطي بعض أجزاء من الحافات الجنوبيـــة، وتتســـم بقلـــة انحدارها وصغر مساحتها ولايزيد ارتفاعها عن 0.75 متر، كما اختلطت معها رواســـب مـــن الحصى والجلاميد وهى معرضة للانجراف أثناء سقوط الأمطار.
- تغطي المنخفضات معظم أجزاء منطقة الدراسة وتنقسم إلى قسمين: منخفضات الغيطان والحلق ومنخفضات السقايف، وتغطي منخفضات الغيطان مانسبته 3.6% من جملة مســـاحة المنطقـــة وبلغ عددها 582 منخفضاً وتتراوح مساحتها مابين 0.12 ــ 5.5 كم^2، وتتميز بتكون ترسبات دقيقة من الغرين والطين والرمال الناعمة، وتظهر على سطحها أشكال من التشققات الطينيـــة، وتنمو بها نباتات المثنان والرمث والقطف وبعض الأعشاب الحولية.
- بلغ عدد منخفضات السقايف 34 سقيفة وتغطي مساحة تقدر بحـــوالي 263.9كـــم^2، وتتـــراوح مساحتها مابين 0.49 ــ 30.2 كم^2، وتركزت أغلب السقايف في فئات المساحة التي تقل عـــن 10كم^2 بنسبة 70% من جملة منخفضات السقايف.
- من دراسة المحاور الطولية والعرضية لمنخفضات السقايف، تركزت أغلب السقايف فـــي فئـــة الطول الأقل من 10 كم واستحوذت على مانسبة 82% وبلغ عددها 28 سقيفة، في حـــين أن جميع السقايف تركزت في فئات العرض التي لم تتجاوز 2 كم وتراوحت أعماق السقايف مابين 7 ــ 57 مترا وسجلت أغلبها فئات العمق التي تقل عن 25 مترا.
- من دراسة القطاعات الانحدارية لمنخفضات السقايف، يلاحظ سيادة الانحدارات شبه المستوية والخفيفة وساهمت مجتمعة بنسبة 92.4 % من جملة أطوال القطاعات، وهذا ما يعكسه طبيعـــة الانحدارات السائدة على سطح منطقة الدراسة.
- سيادة العناصر المستقيمة على أغلب أطوال القطاعات وشكلت نسبة 54.9% وتركـــزت فـــي الأجزاء الوسطى من المنحدرات وعلي جميع قيعان المنخفضات وتميزت باســـتقرار وانتظـــام درجات الانحدار.
- تتنوع الظاهرات الجيومورفولوجية داخل أراضي المنخفضات، وظهرت أشكال ناتجـــة عـــن النحت المائي وتمثلت في المراوح الفيضية ومنحدرات البدمنت إضافة إلى مســـاحات تـــأثرت بفعل النحت والإرساب الهوائي على شكل حمادات وتموجات رملية وتراكمات تمثلها النباك.


خاتمـــــة الدراسة

خاتمة الدراسة

تشغل منطقة الدراسة الجزء الشمالي الشرقي من ليبيا، وتبلغ مساحتها حوالي 5638 كم^2، وتحوي على العديد من الظاهرات الجيومورفولوجية التي تعطيها نمطا مميزا.

وبعد أتمام هذا الجهد العلمي المتواضع حول جيومورفولوجية هضبة الدفنة ومن خلال جمع المعلومات والبيانات المتعلقة بمنطقة الدراسة والمناطق المجاورة والدراسات العلمية، خلصت الدراسة ببعض النتائج والتوصيات التي يمكن انجازها **فيما يلي:**

أولا : النتائج :

- تبين من دراسة الخريطة المورفولوجية لمنطقة الدراسة، أن الحافات وما يرتبط بها من أشكال جيومورفولوجية وشبكات تصريف الأودية والمنخفضات والمنطقة الساحلية وما يظهر عليها من أشكال مثل الجروف البحرية والرؤوس والخلجان البحرية والكثبان الرملية والسبخات والنباك والمراوح الفيضية من أهم الملامح المورفولوجية التي تتميز بها منطقة الدراسة.
- يتضح من دراسة الخصائص الجيولوجية والتتابع الطبقي للتكوينات الصخرية وتوزيعها الجغرافي، أن أعمار الصخور الجيرية التي تتكشف على سطح المنطقة تتراوح مابين الزمن الثالث (من الاوليجوسين ــ الميوسين) إلى الزمن الرابع الحديث، وتمثلت تكوينات الزمن الثالث في تكوين الخويمات العضو السفلي الذي يتكون من الأحجار الجيرية والدولوميتية والطفلة، وتكوين الفائدية الذي يتكون من الحجر الجيري الطباشيري الغني بالحفريات مع طبقات من الطين والحجر الجيري المارلي، وتكوين الجغبوب الذي يتكون من طبقات من الحجر الجيري الرملي والحجر الجيري الطباشيري الغني بالحفريات، وتغطي تكوينات الزمن الثالث مانسبته 51.6% من جملة مساحة منطقة الدراسة، وتظهر مكاشف هذه الصخور في بعض المقاطع الجانبية للأودية وعلى الجروف البحرية في كل من منطقتي البردية وباب الزيتون، وتمثلت إرسابات الزمن الرابع في تكوين اجدابيا (الكالكارنيت) والرواسب المائية والهوائية ورواسب السبخات والكثبان الرملية، ومعظمها عبارة عن رواسب مفككة، تغطي مساحة تقدر بحوالي 3000 كم^2 من جملة مساحة منطقة الدراسة، وتعد هذه الرواسب من أكثر التكوينات الجيولوجية أثر علي جيومورفولوجية المنطقة، لأنها عبارة رواسب مفككة تعمل على تكوين مجموعة من الأشكال الجيومورفولوجية داخل منطقة الدراسة.

- تأثرت منطقة الدراسة بمجموعة من الصدوع وأغلبها من النوع العادي، وتركز اغلبها في الجزء الشمالي من منطقة الدراسة، وبلغ عددها 75 صدعاً بطوال يبلغ حوالي 480 كم، ويتراوح امتدادها مابين 0.50 ــ 25 كم ويعد الاتجاه السائد هو شرق ــ غرب، وجنوب شرق ــ شمال غرب، وقد انعكس أثرها بشكل واضح على أشكال السطح في أنتشار الحافات الصدعية وحيدة الميل والى حدوث حركة للمواد عليها، كما أثرت على خصائص الأودية وأنماطها وشكل مجاريها، إضافة إلى وجود العديد من الفواصل والشقوق الصخرية التي تنتشر داخل وخارج الكتل الصخرية، وأن الاتجاهات السائدة للشقوق والفواصل يتطابق نوعاً ما مع اتجاهات الصدوع، كما ساعد انتشارها إلى نشاط عمليات التجوية التي تؤدي إلى أضعاف قوة وتماسك الكتل الصخرية التي تؤدي إلى حركة المواد عليها.
- اتضح من دراسة المناخ الحالي أن المنطقة تقع ضمن المناخ الجاف وشبه الجاف، الذي يتسم بارتفاع المدي الحراري اليومي والسنوي وتتقارب فيها درجات الحرارة على مدار السنة مما ينتج عنة نشاط التجوية الميكانيكية، وتمثلت الرياح السائدة بشكل عام في الرياح الشمالية الغربية التي شكلت نسبتها حوالي 49.9 % من مجموع الرياح السائدة على منطقة الدراسة، ووصل متوسط سرعتها إلى حوالي 9.15 م/ث، ويظهر دور الرياح في أجزاء متفرقة من منطقة الدراسة في تشكيل بعض الظاهرات الجيومورفولوجية، وتمثلت في بعض الفرشات الرملية والغطاءات الرملية الصغيرة وبعض الأشرطة الرملية التي تغطي بعض الحافات الجنوبية، وفي تشكيل بعض النباك التي تنتشر خلف النباتات الصغيرة، كما تسقط على منطقة الدراسة كميات من الأمطار يقدر متوسطها السنوي بحوالي 190.2 ملم، والتي تؤدي إلى نقل كميات من الرواسب والمفتتات الصخرية وترسبها في أماكن أخري لتكون أشكالا جيومورفولوجية، واتسمت بالتشتت وعدم الانتظام من سنة إلى أخري سواء في الكمية أو التوزيع، كما ترتفع معدلات التبخر والرطوبة النسبية كثيراً معظم شهور السنة.
- تمثلت أهم مصادر المياه في مصدرين هما، المياه السطحية والمياه الجوفية وتعددت أساليب استغلالها وتمثلت في حفر الآبار الجوفية والآبار الرومانية والصهاريج الخرسانية، إضافة إلى إقامة السدود الحجرية والترابية لحجز اكبر قدر من المياه .
- تتميز منطقة الدراسة بفقر نباتها الطبيعي واغلبها عبارة عن نباتات وأعشاب حولية سريعة الزوال تنمو مع موسم سقوط الأمطار وتوجد في تجمعات متفرقة مع بعض الشجيرات القزمية، وتعد قيعان الأودية والمنطقة الساحلية هي أكثر المناطق كثافة في الغطاء النباتي، وتمثلت أهم أنواع النباتات الطبيعية في نبات الطرفا والمثنان والرمث والقطف والحلبلب والزيتة، إضافة إلى الأعشاب الحولية مثل الخبيز والقميلة.

- تشير دراسة سكان المنطقة البالغ عددهم 39578 نسمة حسب تعداد 2006، أن السكان يتوزعون على احد عشر مركز حضريا على هيئة شريط طولي يمتد مع امتداد الطريق الساحلي بمسافات لاتتجاوز 20 كم، ويتراوح تمركز السكان في هذه المناطق مابين 18.2% بمدينة إمساعد 0.95% بمحلة الغرابات جنوب منطقة بئر الأشهب، وتعد الزراعة من أهم الأنشطة الرئيسية التي تمارس في معظم منطقة الدراسة، وترتبط بعوامل تساهم في تحديدها أهمها كمية الأمطار وجودة ونوعية التربة، وتعتمد الزراعة بكافة أشكالها كليا على النظام البعلي، حيث بلغت نسبة الأراضي الزراعية التي تعتمد على النظام البعلي حوالي 96% من جملة الأراضي الزراعية، وتعد المحاجر والكسارات من أهم الأنشطة الاقتصادية التي تقوم على استغلال الموارد الطبيعية من الطبقات الصخرية، ونتيجة لعدم أتباع الطرق العلمية في استغلال هذه الموارد الطبيعية واستخراجها تظهر آثارها السلبية من خلال اكتساحها للغطاء النباتي والتربة وأثار الغبار والاتربه.
- يتضح من دراسة خط الساحل أنه يمتد لمسافة 205 متر ويأخذ اتجاهات عديدة مابين شرق ــ غرب وجنوب شرقي ــ شمال غرب و شمال ــ جنوب، ويتسم بكثرة التعاريج، وتعد العمليات البحرية المتمثلة في الأمواج وتيارات المد والجزر والتيارات البحرية وشكل الساحل من أهم العوامل التي أثرت في تشكيل ظاهرات النحت والإرساب البحري.
- تعد الجروف البحرية من أوضح الظاهرات الجيومورفولوجية الساحلية، وتغطي مانسبته 66% من جملة خط الساحل، وتشرف الحافات الساحلية بشكل جروف شديدة الانحدار يزيد أغلبها عن 80 ْدرجة، ويختلف ارتفاعها من قطاع إلى آخر مابين 2 ــ 90 متر، وتطل اغلبها على مياه البحر مباشرة بشكل لايسمح بتكون شواطئ أو ارصفه بحرية، وأحيانا تترك شواطئ يصل إتساعها إلى بضعة أمتار، وتنتشر ظاهرة السقوط والانزلاقات الصخرية على اغلب الجروف البحرية لكثرة الشقوق والفواصل ونشاط عمليات التجوية.
- يعد ساحل منطقة الدراسة من أكثر السواحل الليبية تعرجا بما فرضته عليه الظروف البنيوية، ولذلك ظهرت مجموعة كبيرة من الرؤوس والنتوءات البحرية التي يتفاوت امتدادها داخل البحر بمسافات من خط الساحل، وتميزت بانخفاض منسوبها العام، كما أرتبطت بأغلب الرؤوس البحرية ظاهرات جيومورفولوجية مثل الجروف والأرصفة الشاطئية والكهوف والفجوات البحرية والأقواس والمسلات البحرية التي تمتد أمام خط الساحل والتي كانت جزء منه في السابق.
- تميز ساحل منطقة الدراسة بوجود العديد من الخلجان البحرية التي أرتبط اغلبها بمصبات الأودية والتي يعزي تكونها إلى تعميق الأودية لأجزائها الدنيا أثناء انخفاض مستوي البحر، ثم غمرتها المياه خلال ارتفاعها في الهولوسين، واختلفت هذه الخلجان فيما بينها من حيث

عمقها واتساعها واتجاه فتحاتها داخل اليابس، ويعتبر خليج البردية من أهم الخلجان وأشهرها على ساحل المنطقة، كما أن اغلب مصبات الأودية التي تكون الخلجان تستغل في رسو قوارب الصيد الصغيرة.

- تعددت الشواطئ على طول ساحل منطقة الدراسة مابين شواطئ رملية وحصوية وصخرية، وتعد الشواطئ الرملية الأكثر انتشارا على طول الساحل، وتكون أكثر وضوحا في الجز الشمالي الشرقي من منطقة الدراسة، وفي مصبات بعض الأودية، واقتصر وجود الشواطئ الحصوية في الأخاديد الصغيرة التي تمتد داخل اليابس وفي بعض مصبات الأودية وأمام قواعد بعض الجروف، وظهرت على الشواطئ الصخرية مجموعة من الإشكال أهمها الحفر الوعائية والشرشرة والقشور الملحية.
- تعد الكثبان الرملية الساحلية من أهم أشكال الإرساب البحري انتشارا بالمنطقة الساحلية وهي تغطي مساحة تقدر بحوالي 38.3 كم^2، ويصل ارتفاعها إلى أكثر من 12 متر، وتنمو عليها مجموعة من النباك فوقها وعلى أطرافها واغلبها من نبات الطرفة والديس، أضافه إلى وجود مجموعة من النباك المتلاحمة التي تعرف باسم القصائم، كما تحيط السبخات بالكثبان الرملية من جهة الجنوب، إضافة إلى السبخات التي تمتد في اغلب مصبات الأودية.
- تعد أحواض التصريف من أهم المظاهر الجيومورفولوجية التي تشكل منطقة الدراسة، وتضم 58 حوضا بلغت مساحتها حوالي 2227.9 كم^2 بنسبة 40% من جملة مساحة المنطقة أضافه إلى أكثر من 100 واديا تظهر كأحواض من الرتبة الأولي والثانية ولايتعده طولها 200 متر، وتتفاوت مساحة الأحواض مابين 1.30 ــ 60.4 كم^2، وقد أنعكس تأثير البنية والتراكيب الجيولوجية والظروف المناخية ودرجة انحدار السطح على أبعاد ومساحة الأحواض، مما جعلها قصيرة وسريعة الجريان وذات جوانب شديدة الانحدار وبالتالي ظهرت كأحواض صغيره في المساحة.
- تبين من خلال دراسة الخصائص الشكلية للأحواض والتي تتمثل في معدل الاستطالة والاستدارة ومعامل شكل الحوض ونسبة الطول إلى العرض الحوضي، تميل أحواض التصريف بمنطقة الدراسة للاستطالة بمتوسط معدل استطالة قدرة 0.38، وهي بعيدة عن الاستدارة بمتوسط معدل استدارة 0.31، في حين دل معامل الشكل على أن أحوض التصريف بالمنطقة متوسطة الانتظام وسجلت نسبة الطول والعرض الحوضي زيادة الطول الحوضي على حساب عرضه بمتوسط قدرة 2.3.
- تشير الخصائص التضاريسية للأحواض، أن نسبة التضرس بأحواض التصريف بلغت متوسط قدرة 16.3كم/كم^2، وتعتبر هذه النسبة من المعدلات المنخفضة، وارتبطت نسبة التضرس المرتفعة بالأحواض صغيرة المساحة وقصيرة الطول والتي تتسم بشدة انحداره،

وبلغ متوسط التكامل الهيبسومتري للأحواض 0.21، وتتباين قيم التكامل الهيبسومتري للأحواض نتيجة لكبر مساحة بعض الأحواض وانخفاض تضاريسها، إضافة إلى أنها قطعت شوطا كبير في دورتها التحاتية، أما الأحواض صغيرة المساحة جاءت قيمة تكاملها منخفضة وهذا يدل على أنها مازلت في مرحله مبكرة من دورتها التحاتية.

- سجلت جميع أحواض التصريف قيم وعورة منخفضة وذات معدلات تضرس منخفضة بمتوسط قدرة 0.29 ولم تتجاوز الوعورة لجميع الأحواض عن الواحد الصحيح، وبلغ متوسط معدل النسيج الحوضي حوالي 4.2 أي أن أحواض التصريف بمنطقة الدراسة من الأحواض متوسطة النسيج.
- يتضح من دراسة الخصائص المورفومترية لشبكات التصريف المائي، أن شبكات التصريف لأحواض الأودية وصلت إلى الرتبة السادسة وتمثلت في 6 أحوض في حين وصل 11 حوضا إلى الرتبة الخامسة، وسجل 41 حوضا مابين الرتبة الرابعة والثالثة، وبلغ عدد المجاري بأحواض الأودية 13765 مجري، استحوذت الرتبة الأولي منها علي 10204مجري بنسبة 76.1% من جملة أعددا المجاري، وبلغ مجموع أطوالها 3456.8 كم بنسبة 52% من أجمالي مجموع أطوال المجاري، وبلغ متوسط نسبة التشعب لأحواض الأودية 4.1، وظهرت نسبة التشعب مرتفعة في الرتبة الأولي والثانية وبلغت 4.5 و 4.4 نتيجة لجرينها بالقرب من خطوط تقسيم المياه وعلى المنحدرات الشديدة.
- سجلت أغلب أحواض الأودية كثافة تصريف منخفضة، بمتوسط عام يبلغ 2.8 كم/كم^2، ويرجع نسبة انخفاضها إلى نوع التكوينات الجيولوجية وانخفاض معدلات التضرس وضعف انحدار السطح الذي انعكس بدوره على انخفاض كثافة التصريف، في حين سجلت أغلب الأحواض معدلات تكرار منخفضة.
- يعتبر النمط الشجري هو النمط السائد والأكثر انتشارا في أحواض التصريف بالمنطقة، وتوجد بعض الاختلافات داخل هذا النمط نتيجة للاختلافات اللثيولوجية للصخور، حيث تظهر علية صفة التوازي في بعض المناطق، كما تظهر بعض الرافد بشكل أنماط ريشيه،
- تبين من خلال تحليل العلاقات الارتباطيه بين الخصائص المورفولوجية للأحواض وشبكاتها بالمنطقة وجود علاقات ارتباط موجبة وقوية مابين مساحة الأحواض وكل من أطوالها وعرضها ومحيطاتها وأطوال وأعداد مجاريها، وان الأحواض تميل إلى الاستطالة وتتسم محيطاتها بالتعرج في معظم أجزائها نتيجة للاختلافات اللثيولوجية للصخور.
- تتميز أغلب القطاعات الطولية للأودية بانتظام انحدارها وتغلب عليها صفة التقعر الخفيفة في أجزائها العليا، وعدم انتظامها في الأجزاء الوسطي من الأودية لوجود العديد من نقاط

تغير في الانحدار، وتعد المصاطب الرسوبية من أهم المظاهر الجيومورفولوجية المرتبطة بالقطاعات العرضية للأودية.

- تعمل التجوية على تكوين العديد من الظاهرات الجيومورفولوجية على منحدرات الهضبة، وجوانب حافات الأودية، وعلى وجهات الجروف البحرية، تمثلت في حفر التجوية وتكهفات التجوية وتجوية خلايا النحل، إضافة إلى الأشكال الكارستية، كما تعمل التجوية الميكانيكية على تفكك الصخور وتحطيمها وتجزئتها إلى مفتتات، والتي يترتب عليه مجموعة من الأشكال مثل التفكك الكتلي والتفكك الحبيبي والتقشر الصخري.
- تتوقف حركة المواد على المنحدرات على مجموعة من العوامل، أهمها نوع الصخور المشكلة للمنحدرات وخصائصها اللثيولوجية ونظم الشقوق والفواصل، وميل الطبقات الصخرية، وطبيعة المنحدر (محدب ــ مقعرة) ودرجة انحدارها، والظروف المناخية والعمليات الجيومورفولوجية، حيث تعمل معا على تحديد نوع وسرعة تحرك الكتل والمفتتات الصخرية إلى أسفل المنحدرات بفعل قوة الجاذبية الأرضية، بحركات سريعة كالتساقط والانزلاق الصخري، أو حركات بطيئة تمثلها بالزحف الصخري، حسب طبيعة المنحدر، وهي تعد بمثابة وسائل نقل تنقل نواتج التجوية بشقيها والتعرية إلى أسفل المنحدرات مكونة أشكالا جيومورفولوجية مثل مخاريط الهشيم وركام الهشيم، وتؤدي إلى تراجع المنحدرات وتغير شكل المنحدرات.
- تتسم المنحدرات بوجه عام بسيادة الانحدارات شبه المستوية والخفيفة والمتوسطة، وسجلت أعلى نسبة في جميع القطاعات، كما سجلت فئة الانحدار الشديدة والشديدة جدا أقل نسبة في جميع القطاعات، وارتبطت فئات الانحدار الجرفية بقطاعات الأودية، وهذا يعد انعكاسا طبيعيا للمرحلة التحاتية المتأخرة التي تمر بها منطقة الدراسة.
- أظهرت دراسة معدلات التقوس سيادة العناصر المقعرة، ويدل هذا على أن المنطقة وصلت إلى مرحلة متقدمة من دورتها التحاتية وكان للمياه الجارية النصيب الأكبر في تشكيل هذا الشكل من المنحدرات.
- ظهرت في المنطقة وعلى منحدراتها مجموعة من الأشكال المختلفة من المنحدرات أهمها المنحدرات المحدبة المقعرة، ومنحدرات الجروف المقعرة ، والمنحدرات المستقيمة، والمنحدرات السلمية، وهي تظهر بشكل واضح في المنطقة الساحلية، في كل من منطقة باب الزيتون، ومنطقة البردية، إضافة إلى الحافات الصدعية في كل من منطقة قصر الجدي وكمبوت وبئر الأشهب والقعرة، وعلى أغلب حافات مجاري جوانب الأودية.

- تعتبر الأودية التي تغطي شبكات تصريفها معظم منطقة الدراسة من أبرز الظاهرات الناتجة عن النحت المائي، ويرتبط بهذه الأودية في قطاعاتها الطولية مجموعة من الظاهرات الجيومورفولوجية.
- تعتبر نقاط تغير الانحدار أحد مظاهر عدم انتظام القطاعات الطولية للأودية، لعبور الأودية تكوينات جيولوجية تختلف في خصائصها الليثيولوجية وتشكل مساقط مائية تأخذ الشكل السلمي في أغلب مجاري الأودية وعلى الروافد التي تقطع الحافات، ويتراوح ارتفاع نقاط تغير الانحدار مابين 0.75 ـ 25 متر، ويرتبط بنقط تغير الانحدار على أغلب القطاعات الطولية للأودية ظاهرة حفر الغطس ويتراوح عمقها مابين 0.5 ـ 5 متر.
- تنتشر منحدرات البدمنت على طول امتداد قواعد منحدرات الحافات وتتباين في اتساعها مابين 20 ـ 350 متر، وتتراوح درجات انحدارها مابين 2° ـ 7° درجات، وتتسم بوجود العديد من المجاري المائية الضحلة التي تقطعها، وتنمو داخل هذه المجاري مجموعة من النباتات يمثل أغلبها نبات الرمث والمثنان والقطف.
- ينتهي أغلبها الأودية بمصبات خليجية، واقتصر وجودها المراوح الفيضية عند مصبات الأودية التي تخترق الحافات، التي تقوم بفرش حملتها على قيعان المنخفضات، وتتسم سطوحها بأنحدرات مابين2° ـ 4° درجات وتتألف رواسبها من الحصى والجلاميد والحصباء عند رؤوس المراوح، وتعد الرواسب الدقيقة النسيج داخل المراوح أفضل المناطق التي يمكن استغلالها في الزراعة .
- ظهرت المصاطب على جوانب معظم الأودية في قطاعاتها الدنيا والوسطى من منطقة الدراسة واتسمت بالتجانس في امتدادها واتساعها وتكويناتها الرسوبية، ويتراوح اتساع المصاطب مابين 20 ـ 250 متر، ويبلغ أقصي عرض لها في الأجزاء الدنيا من الأودية، وتعددت المصاطب في مناسيبها مابين 0.20 ـ 3.50 متر فوق قاع مجاري الأودية، ويغلب عليها صفة عدم التناظر على جانبي الأودية إلا في أجزاء محدودة، وتتسم أسطحها بأنحدرات شبه مستوية وخفيفة وسادت الانحدارات الشديدة والجرفية على أغلب جبهاتها.
- تتنوع الرواسب على طول القطاعات الطولية للأودية وتتكون من خليط من الطين والرمال الناعمة والخشنة والحصى والجلاميد إضافة إلى الكتل الصخرية الكبيرة، واختلاف سمك الرواسب من وادي إلى آخر ومن جزء إلي آخر داخل مجاري الأودية .
- تكونت أشكال صغيرة من المسطحات الطينية وأقتصر وجودها على أجزاء متفرقة داخل بعض مجاري الأودية والمنخفضات الصغيرة، ولاتغطى سواء مساحات محدوده لاتتعدي بضعة أمتار مربعة، واختلفت أشكالها مابين السداسية والثمانية وشبه دائرية صغيرة على أرضية المنخفضات .

- اقتصر وجود الظاهرات الناتجة عن النحت الريحي على ظهور أسطح من الحمادات الحصوية على سطح منطقة الدراسة وعلى أطراف منخفضاتها، وتتألف من طبقات من الحصى والجلاميد الذي يتراوح قطره مابين 0.10 ـــ 20 سم، ويكون أغلبها حاد الزوايا وغير مصنفة وتختلط بعض أجزاءها تربة محلية رقيقة وبعض الرواسب الناعمة .
- تعددت الأشكال الناتجة عن الإرساب الهوائي وتمثلت في الفرشات الرملية، وتظهر على شكل مساحات صغيرة متناثرة على سطح أرضية المنخفضات وتنمو عليها بعض النباتات مثل المثنان والرمث والقطف وتكون النباك الرملية الداخلية، كما تتميز بظهور الأسطح المتموجة التي تمتد متعامدة مع اتجاه الرياح .
- ظهرت بعض الكثبان الرملية الصاعدة التي تغطي بعض أجزاء من الحافات الجنوبية، وتتسم بقلة انحدارها وصغر مساحتها ولايزيد ارتفاعها عن 0.75 متر، كما اختلطت معها رواسب من الحصى والجلاميد وهى معرضة للتعرية المائية أثناء سقوط الأمطار.
- تغطي المنخفضات معظم أجزاء منطقة الدراسة وتنقسم إلى قسمين: منخفضات الغيطان والحلق ومنخفضات السقايف، وتغطي منخفضات الغيطان مانسبته 3.6% من جملة مساحة المنطقة وبلغ عددها 582 منخفضاً وتتراوح مساحتها مابين 0.12 ـــ 5.5 كم^2، وتميزت بتكون ترسبات دقيقة من الغرين والطين والرمال الناعمة، وظهرت على سطحها أشكال من التشققات الطينية، كما تنمو بها مجموعة من النباتات مثل المثنان والرمث والقطف وبعض الأعشاب الحولية.
- تغطي منخفضات السقايف مساحة تقدر بحوالي 263.9كم^2، بلغ عدد 34 سقيفة، وتراوحت مساحتها مابين 0.49 ـــ 30.2 كم^2، وتركزت أغلبها في فئات المساحة التي تقل عن 10كم^2، في حين تركزت جميعها في فئات العرض التي لم تتجاوز 2 كم وتراوحت أعماقها مابين 57 ـــ 7 متر، وسجلت أغلبها فئات العمق التي تقل عن 25 متر، وتميزت بسيادة الانحدارات شبه المستوية والخفيفة وساهمت مجتمعة بنسبة 92.4 % من جملة أطوال القطاعات، وهذا يعكسه طبيعة الانحدارات السائدة على سطح منطقة الدراسة، وسادت العناصر المستقيمة على أغلب أطوال القطاعات وشكلت نسبة 54.9% وتركزت في الأجزاء الوسطى من المنحدرات وعلى جميع قيعان المنخفضات وتميزت باستقرار وانتظام درجات الانحدار.
- تنوعت الظاهرات الجيومورفولوجية داخل أراضي المنخفضات، وظهرت أشكال ناتجة عن النحت المائي وتمثلت في المراوح الفيضية ومنحدرات البدمنت أضافه إلى مساحات تأثرت بفعل النحت والإرساب الهوائي على شكل حمادات وتموجات رملية وتراكمات تمثلها النباك.

ثانيا: **التوصيات**:

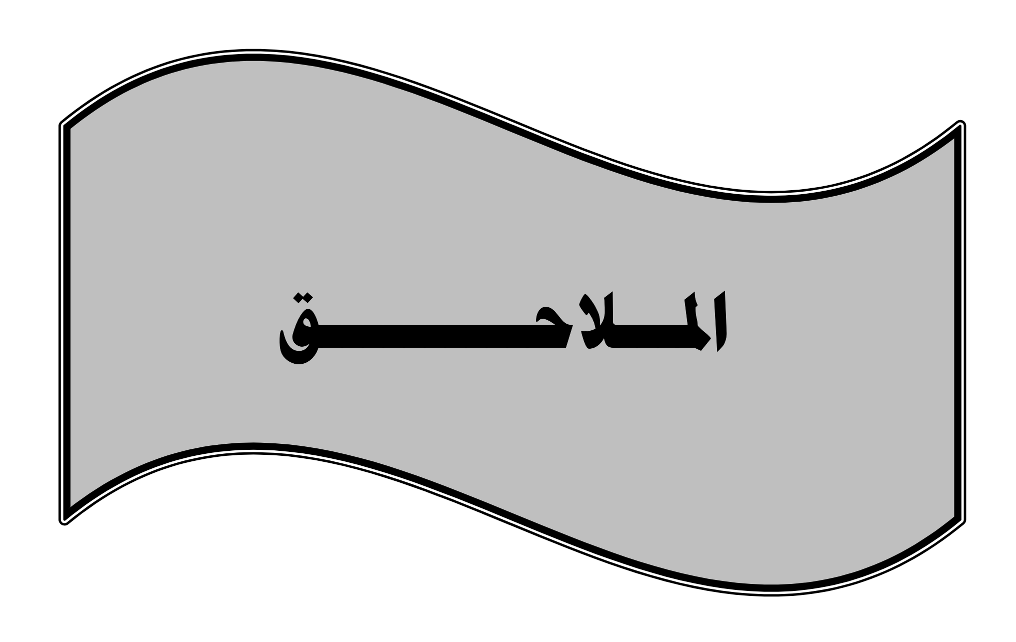
بعد عرض الدراسة واستخلاص النتائج التي تم التوصل إليها يمكن أن نشير إلـــى بعـــض التوصيات التي قد يستفيد منها الباحثون والمخططون في اوجة الأنشطة البشـــرية المختلفـــة، ويمكن إيجاز أهمها **في:**

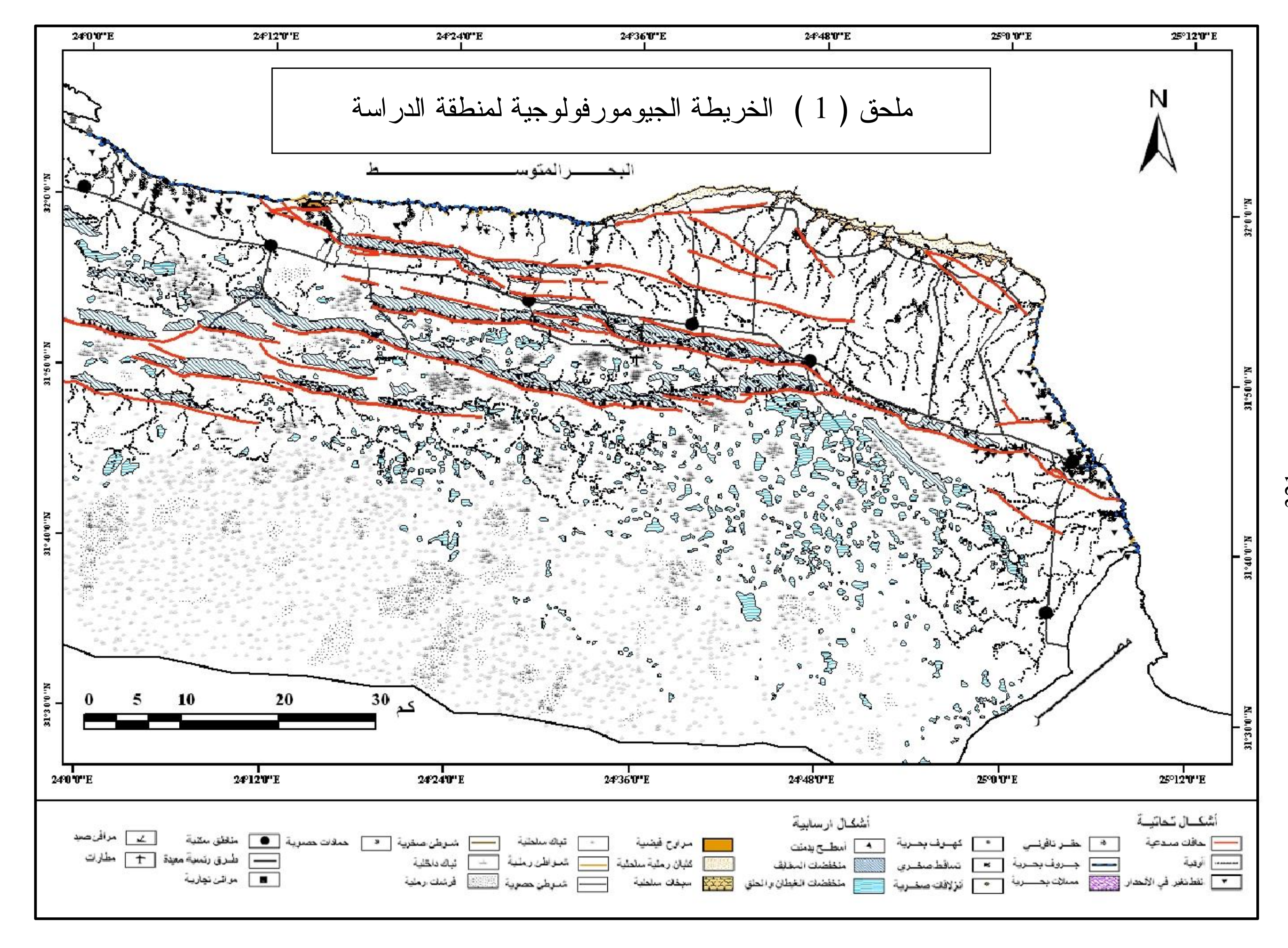
- يوصي الباحث ضرورة أدراج تقنيات نظم المعلومات الجغرافيا والاستشعار من بعد بأقسام الجغرافيا في الجامعات الليبية، كما يوصي الجهات العامة والمتخصصة في الاســتفادة مــن هذه التقنيات في إجراء البحوث والدراسات في مجالات الزراعة والبيئة والمــوارد المائيـــة والمعدنية وفي تخطيط المدن والقرى، لما توفره هذه التقنيات في الحصول على المعلومـــات والبيانات وسرعة معالجتها وتحليلها والدقة في إخراجها، حتي يمكن إنشاء قواعـــد بيانـــات جغرافية متكاملة تساهم في القيام بتنمية المنطقة وتطويرها.
- ضرورة القضاء على مشكلة توقف محطات الأرصاد الجوي المناخية والمطرية التي توجـــد في المناطق الواقعة على طول الطريق الساحلي الواصل مابين طبرق و إمساعد، والاهتمام بإنشاء محطات أرصاد بحرية لقياس ورصد بيانات الأمواج والمـــد والجـــزر والتيـــارات البحرية.
- الاهتمام بإنشاء السدود الترابية والحجرية إضافة إلى الســـدود الخراســـانية الكبيـــرة علـــى مجاري الأودية من اجل الاستفادة إلى أقصي حد ممكن من المياه الجاريـــة أثنـــاء ســـقوط الأمطار، ويمكن الاستفادة من شبكة التصريف المائية لأحواض الأوديـــة لاقتـــراح مواقـــع السدود وإنشاء الآبار الرومانية والصهاريج الخراسانية.
- الاهتمام بإجراء دراسات هيدروجيولوجية للمياه الجوفية، لمعرفة وتقدير المخزون الجـــوفي من المياه بالمنطقة ودراسة خواصها الهيدروجيولوجية، ووضع جدوى اقتصـــادية لتحديـــد كمية المياه ومنسوبها ونوعيتها، وكيفية الاستفادة منها في الزراعة، خاصـــة فـــي أراضـــي منخفضات السقايف، حيث نلاحظ أن بعض المزارع التي تقع في بطون الأودية تعتمد على المياه الجوفية في الزراعة المروية.

وفي خاتمة هذه الدراسة أرجو من الله أن أكون قد وفقت في دراسة وعرض وتحليـــل الخصائص الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة، وأن أكون قد وفقت في إضافة شئ جديد لما سبقني من دراسات عن المنطقة.

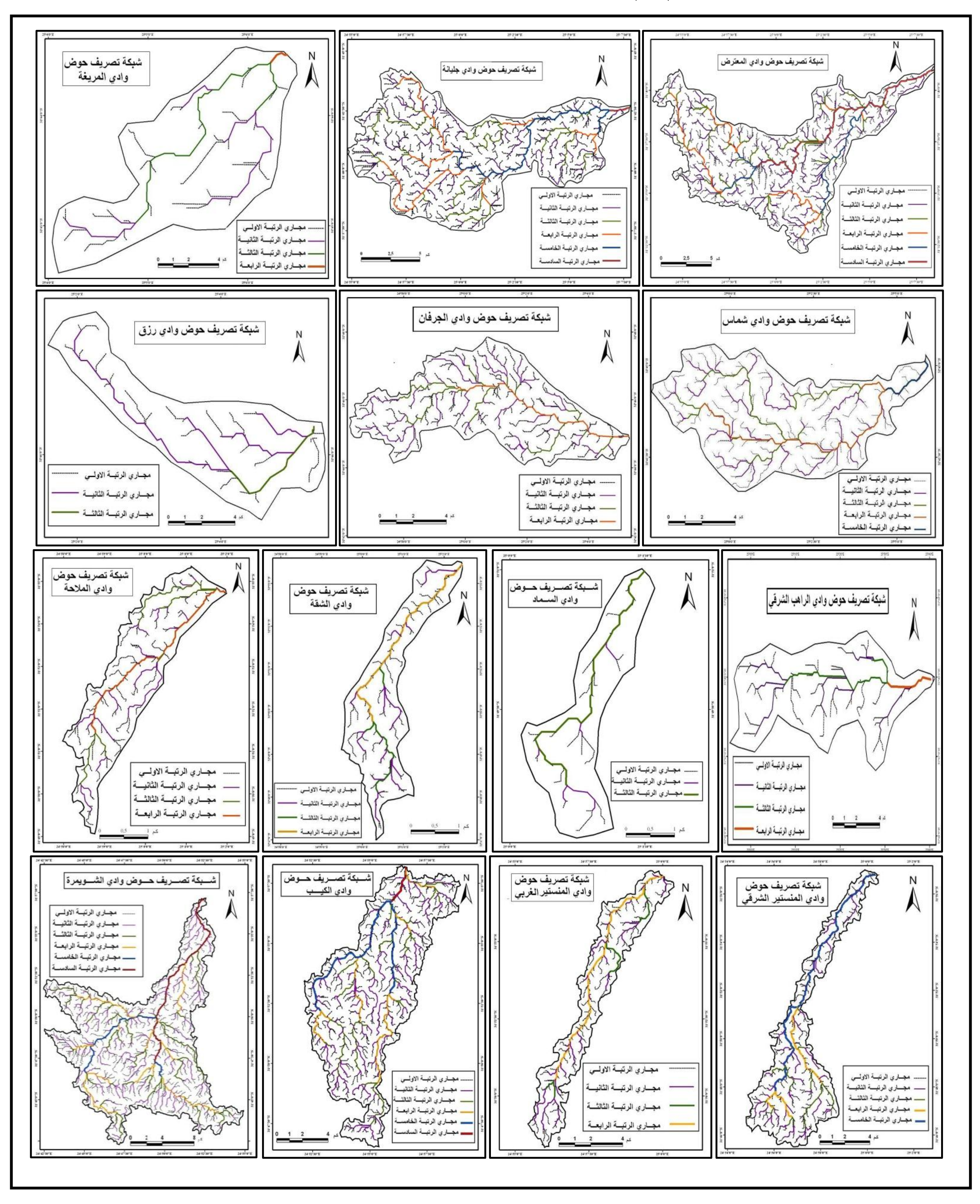
والله ولـي التوفيق.....

والحمد لله رب العالمين....

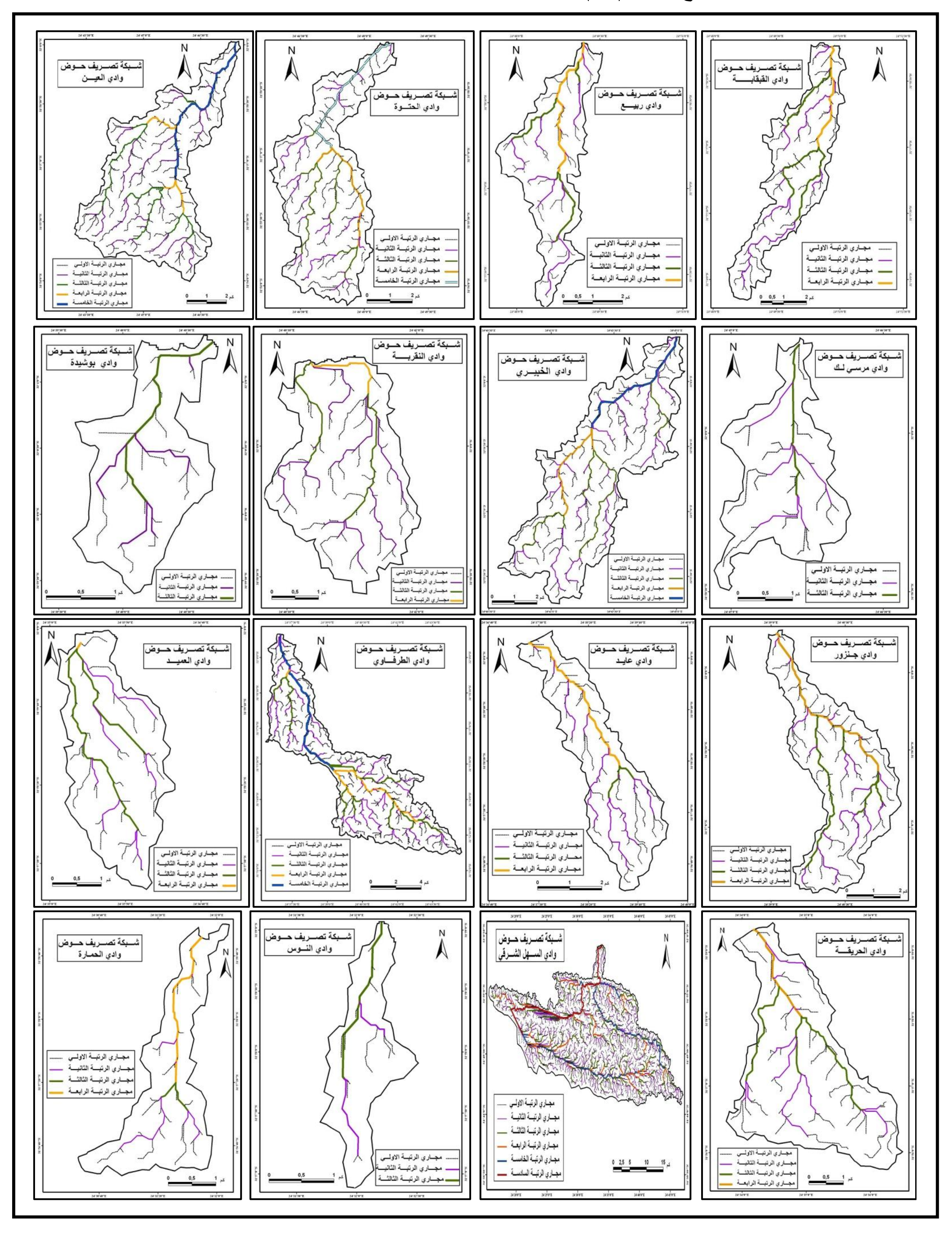

الملاحق


ملحق (1) الخريطة الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة
N
البحر المتوسط
24°0'0"E
24°12'0"E
24°24'0"E
24°36'0"E
24°48'0"E
25°0'0"E
25°12'0"E
32°0'0"N
31°50'0"N
31°40'0"N
31°30'0"N
0 5 10 20 30 كم
أشكال تحاتية
حافات صدعية
أودية
نقط تغير في الانحدار
حفر تافوني
جروف بحرية
مسلات بحرية
كهوف بحرية
تساقط صخري
انزلاقات صخرية
أشكال ارسابية
أسطح بدمنت
منخفضات الغيطان والحلق
مراوح فيضية
كثبان رملية ساحلية
سبخات ساحلية
نباك ساحلية
نباك داخلية
فرشات رملية
شواطئ رملية
شواطئ حصوية
شواطئ صخرية
حمادات حصوية
مناطق سكنية
طرق رئيسية معبدة
موانئ تجارية
مرافئ صيد
مطارات

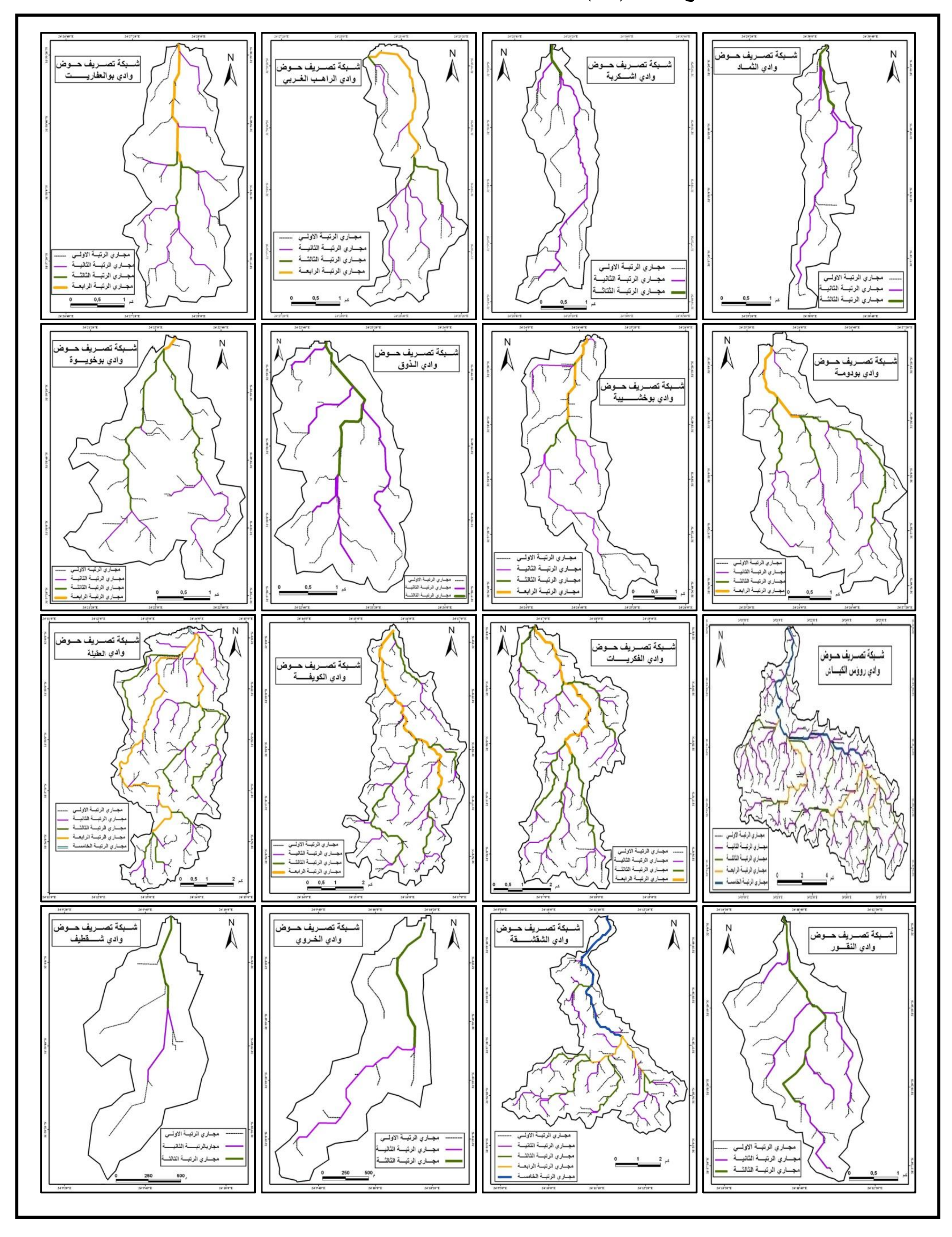
ملحق (2) شبكات التصريف لأحوض أودية منطقة الدراسة



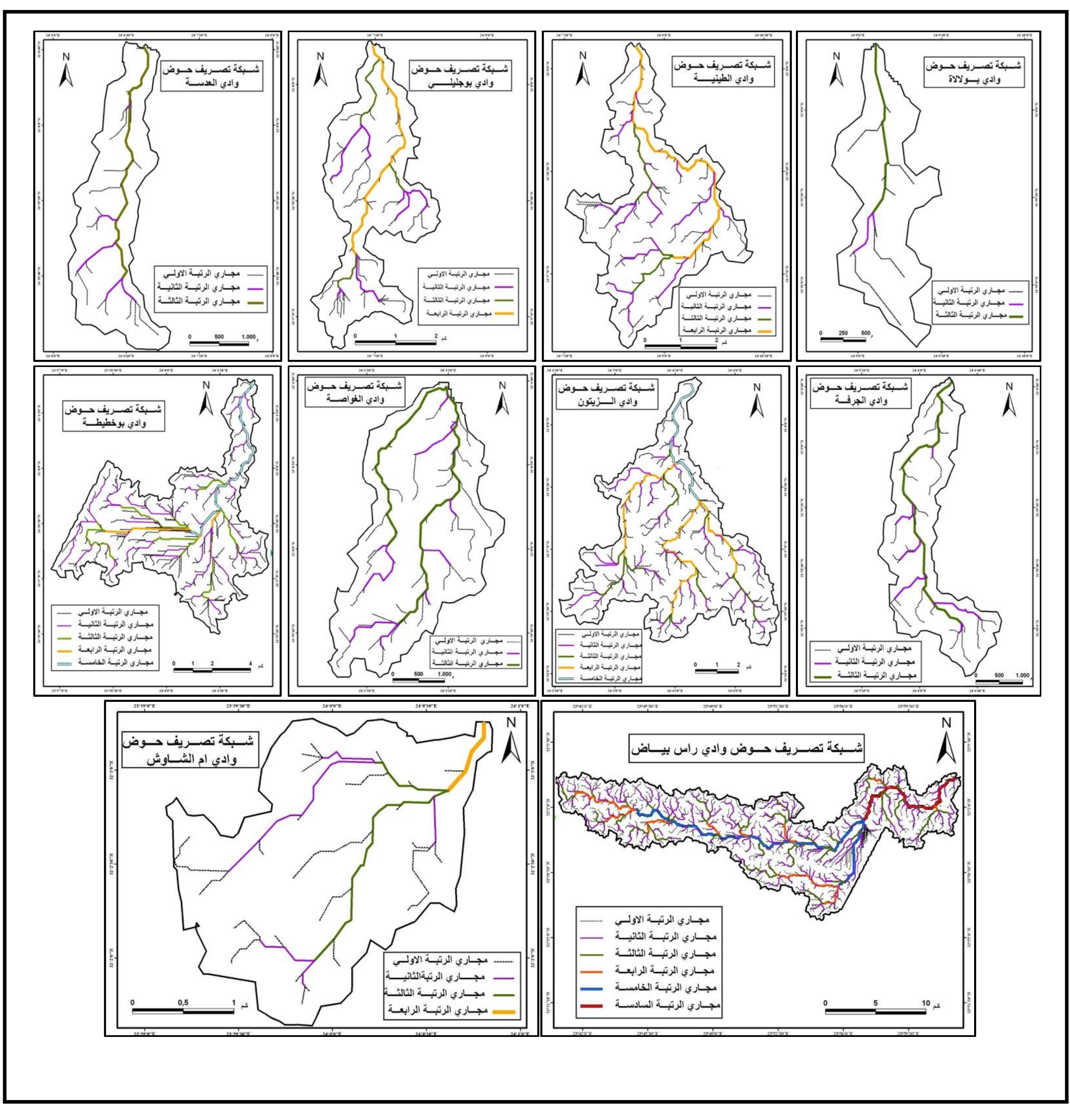
تابع ملحق (2) شبكات التصريف لأحوض أودية منطقة الدراسة



تابع ملحق (2) شبكات التصريف لأحوض أودية منطقة الدراسة



تابع ملحق (2) شبكات التصريف لأحوض أودية منطقة الدراسة




قائمة المصـــادر والمراجــع

قائمة المصـــادر والمراجع

أولا: المراجع العربية:

ـــ المصادر الحكومية

1 ـــ اللجنة الشعبية العامة للزراعة والثروة الحيوانية والمائيـــة، (1974)، أمانـــة الزراعـــة طبرق،"مشروعات تطوير الأودية"، معهد الثروة المائية بلغراد يوغسلافيا، (بيانات غيـــر منشورة).

2 ـــ اللجنة الشعبية العامة للزراعة والثروة الحيوانية والمائية، (2005)، أمانـــة الزراعـــة طبرق، قسم الموارد المائية والسدود، " بيانات الآبار والصـــهاريج بشـــعبية البطنـــان "، (بيانات غير منشورة).

3 ـــ اللجنة الشعبية العامة للزراعة والثروة الحيوانية والمائية، (2005)، أمانـــة الزراعـــة طبرق، قسم خدمات التربة، " تقرير مساحة الأراضي الصالحة للزراعة بشعبية البطنـــان"، (بيانات غير منشورة).

4 ـــ اللجنة الشعبية العامة للزراعة والثروة الحيوانية والمائية، (2006)، أمانـــة الزراعـــة طبرق، قسم الموارد المائية والسدور، " خطة تنفيذ 120 صـــهريج بشـــعبية البطنـــان "، (بيانات غير منشورة).

5 ـــ اللجنة الشعبية العامة للزراعة والثروة الحيوانية والمائية، (2006)، أمانـــة الزراعـــة طبرق، قسم الموارد المائية والسدور، " بيانات السدود الترابية والحجرية بشعبية البطنان"، (بيانات غير منشورة).

6 ـــ اللجنة الشعبية العامة للزراعة والثروة الحيوانية والمائية، (2007)، أمانـــة الزراعـــة طبرق، قسم الموارد المائية والسدور، " بيانات الآبار والصـــهاريج بشـــعبية البطنـــان "، (بيانات غير منشورة).

7 ـــ اللجنة الشعبية العامة للزراعة والثروة الحيوانية والمائية، (2009)، أمانـــة الزراعـــة طبرق، قسم وقاية النبات،"تقرير النباتات الطبيعية بشعبية البطنان"، (بيانات غير منشورة).

8 ـــ اللجنة الشعبية العامة للزراعة والثروة الحيوانية والمائية، (1974)، أمانـــة الزراعـــة طبرق، "البحوث والدراسات عن خمسة وعشرين وادي في منطقة طبرق"، مجلد(1) معهد الثروة المائية بلغراد يوغسلافيا.

9 ـــ المؤسسة الوطنية للتعدين، مكتب خدمات طبرق، (2009)،" بيانات المحاجر والكسارات بشعبية البطنان"، (بيانات غير منشورة).

10 ــ المركز الوطني للأرصاد الجوي، بيانات الأمواج وارتفاعاتها، محطة أرصاد طبــرق (2006)، (بيانات غير منشورة).

11 ــ المركز الوطني للأرصاد الجوي، بيانات المناخ ، محطة أرصاد الجغبوب للفترة مــن (1985 ــ 2006)، (بيانات غير منشورة).

12 ــ المركز الوطني للأرصاد الجوي، بيانات المناخ، محطة أرصاد طبــرق للفتــرة مــن (1985 ــ2007)، (بيانات غير منشورة).

13 ــ الهيئة الوطنية للمعلومات والتوثيق، النتائج النهائية للتعداد العام للسكان، منطقة البطنان، 1995.

14 ــ الهيئة العامة للمعلومات والاتصالات، قطاع الإحصاء والتعداد شعبية البطنان، النتائج الأولية للتعداد العام للسكان، 2006.

15 ــ الهيئة المصرية الاستشارية لتنمية موارد المياه، (1974)،"دراسة وتصميم وأشــراف علي مشروعات الأودية بمنطقة طبرق"، (بيانات غير منشورة).

16 ــ الهيئة المصرية الاستشارية لتنمية موارد المياه، (1976)، " دراسات تصنيف التربــة الاستكشافية منطقة وادي المعلق"، (بيانات غير منشورة).

17 ــ مصلحة الإحصاء والتعداد، التعداد العام للسكان ، مقاطعة درنة، 1954.

18 ــ مصلحة الإحصاء والتعداد، التعداد العام للسكان ، مقاطعة درنة، 1966.

19 ــ مصلحة الإحصاء والتعداد، نتائج التعداد العام للسكان، درنة، 1973.

20 ــ مكتب العمارة للاستشارات الهندسية، (2007)،"مشروع مخططــات الجيــل الثالــث 2025/2000"، تقرير الوضع القائم، النطاق المحلي البطنان، (بيانات غير منشورة).

ــ الخرائط :

1 ــ مركز البحوث الصناعية، خريطة ليبيا الجيولوجية، (1974)، " لوحة درنة"، مقيــاس 1:250.000.

2 ــ مركز البحوث الصناعية، خريطة ليبيا الجيولوجية، (1977)، " لوحة البردية"، مقياس 1:250.000.

3 ــ مصلحة المساحة العامة، (1964 ــ 1977)،" خرائط طبوغرافية مقياس 1:50.000"، أعدت من قبل سلاح المهندسين بالجيش الأمريكي، 1964، وجــددت بواســطة شــركة باسفيك ايروسيرفى، 1977.

ــ الكتب

1 ــ أحمد أحمد مصطفى، (1987)،" الخريطة الكنتورية تفسيرها وقطاعاتها"، دار المعرفة الجامعية، الأسكندرية، الطبعة الأولي.

2 ــ ـــــــــــــــــ ، (1999)،" الخريطة الكنتورية تفسيرها وقطاعاتها"، دار المعرفة الجامعية، الأسكندرية، الطبعة الثانية.

3 ــ احمد سعيد الشريف، وآخرون، (1990)،" المسح الاقتصادي الشامل لإقليم بلدية البطنان"، مركز البحوث والاستشارات، جامعة قاريونس، بنغازي.

4 ــ أمين المسلاتي، (1995)،" الجماهيرية دراسة في الجغرافيا"، تحرير، الهادي مصطفي بولقمة، سعد خليل القزيري، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، مصراته، الطبعة الأولي.

5 ــ أندر س. جودي، ترجمة، محمود محمد عاشور، مراجعه، نبيل سيد إمبابي، (1996)،" التغيرات البيئية الزمن الرابع"، المجلس الأعلى، المشروع القومي للترجمة، القاهرة، الطبعة الأولي.

6 ــ الهادي مصطفي بولقمة، محمد الأعور، (1993)، "الجغرافيا البحرية" الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، مصراته، الطبعة الأولي.

7 ــ جودة حسنين جودة، (1973)،" أبحاث في جيومورفولوجية الأراضي الليبية الجزء الأول"، منشورات جامعة بنغازي، الطبعة الأولي.

8 ــ ـــــــــــــــــ، (1975)،" أبحاث في جيومورفولوجية الأراضي الليبية الجزء الثاني"، منشورات جامعة بنغازي، الطبعة الأولي.

9 ــ ـــــــــــــــــ، (1983)،" الجغرافيا الطبيعية للزمن الرابع ــ صحاري العالم العربي، منشاة المعارف بالإسكندرية، الطبعة الأولي.

10 ــ ـــــــــــــــــ، (1980)،"العصر الجليدي وعصور المطر في صحاري العالم الإسلامي"، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت، الطبعة الثانية.

11 ــ ـــــــــــــــــ، (1997)،" الجغرافيا الطبيعية للزمن الرابع ــ زمن الجليد والمطر مع التطبيق على أراضي العالم العربي"، دار المعرفة الجامعية، الأسكندرية، الطبعة الأولي.

12 ــ ـــــــــــــــــ، محمود محمد عاشور، وآخرون، (1991)،"وسائل التحليل الجيومورفولوجي"، دار المعارف، القاهرة، الطبعة الأولي.

13 ــ حسن رمضان سلامة، (2004)،" أصول الجيومورفولوجيا"، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان، الأردن، الطبعة الأولي.

14 ــ ______________، (2007)،" أصول الجيومورفولوجية"، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان، الأردن، الطبعة الثانية.

15 ــ حسن سيد أبو العينين،(1986)،" أصول الجيومورفولوجيا ــ دراسة لأشكال التضاريس الكبرى"، دار المعارف، القاهرة.

16 ــ ______________، (1981)،" أصول الجيومورفولوجية ــ دراسة لأشكال تضاريس سطح الأرض"، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت، الطبعة الثالثة.

17 ــ ______________، (1989)،" جغرافيا البحار والمحيطات"، مؤسسة الثقافة الجامعية، الأسكندرية، الطبعة الثانية.

18 ــ حسن محمد الحديدي، (1986)،" الزراعة المروية وأثرها علي استنزاف المياه الجوفية في شمال غرب سهل الجفارة "، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان مصراته، الطبعة الأولي.

19 ــ خالد رمضان بن محمود، (1995)،"الترب الليبية ــ تركيبها وتصنيفها وخواصها وإمكانياتها الزراعية"، منشورات الهيئة القومية للبحث العلمي، طرابلس، الطبعة الأولي.

20 ــ ______________، عدنان رشيد الجنديل،(1984)،" دراسة التربة في الحقل"، منشورات جامعة الفاتح، طرابلس، الطبعة الأولي.

21 ــ خلف حسين الدليمي، (2005)،" التضاريس الأرضية دراسة جيومورفولوجية علمية تطبيقية"، دار الصفاء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، الطبعة الأولي.

22 ــ خيري الصغير بولقمة، (1980)،" التوزيع الفصلي لبعض عناصر الطقس في ليبيا"، منشورات جامعة الفاتح، طرابلس، الطبعة الأولي.

23 ــ سالم محمد الزوام، (1985)،" الجبل الأخضر دراسة في الجغرافيا الطبيعية"، منشورات جامعة قاريونس، بنغازي، الطبعة الأولي.

24 ــ ______________، (1995)، "الجبل الأخضر دراسة في الجغرافيا الطبيعية"، منشورات جامعة قاريونس، بنغازي، الطبعة الثانية.

25 ــ سباركس، ت، ترجمة، ليلي عثمان، (1983)،" الجيومورفولوجية"، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، الطبعة الثانية.

26 ــ سعد جاسم محمد، وياسين ضاحي عواد،(2002)،"أساسيات علم الجيومورفولوجية"، الدار العلمية للنشر والتوزيع ودار الثقافة للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، الطبعة الأولي.

27 ــ صلاح الدين بحيرى، (1998)،" أشكال الأرض"، دار الفكر، دمشق، الطبعة الثانية.

28 ــ طه محمد جاد، (1984)،" تحليل الخريطة الكنتورية باهتمام جيومورفولوجي"، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، الطبعة الثالثة.

29 ــ عبد الحميد أحمد كيلو، وآخرون، (2003)،" دراسات مختارة من الأراضي الكويتية"، تحرير زين الدين عبدالمقصود غنيمي، عبدالله يوسف الغنيمي، مركز البحوث والدراسات الكويتية، الطبعة الأولي.

30 ــ عبد العزيز طريح شرف، (1993)،" جغرافيا البحار والمحيطات"، مؤسسة شباب الجامعة، الأسكندرية، الطبعة الأولي.

31 ــ ________________، (1995)،"الجغرافيا الطبيعية لأشكال سطح الأرض"، مركز الأسكندرية للكتاب، الأسكندرية، الطبعة الأولي.

32 ــ ________________، (1995)،"جغرافيا البحار"، مؤسسة شباب الجامعة، الأسكندرية، الطبعة الأولي.

33 ــ ________________، (1996)،" جغرافية ليبيا"، مركز الأسكندرية للكتاب، الأسكندرية، الطبعة الثالثة.

34 ــ عياد محمد مقيلي، (1995)،" الجماهيرية دراسة في الجغرافيا"، تحرير، الهادي مصطفي بولقمة، سعد خليل القزيري، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، مصراته، الطبعة الأولي.

35 ــ ________________، (1995)،" الطقس والمناخ "، منشورات الجامعة المفتوحة، بنغازي، الطبعة الأولي

36 ــ فتحي احمد الهرام، (1997)،" الساحل الليبي"، تحرير، الهادي مصطفي بولقمة، وسعد خليل القزيري، منشورات مركز البحوث والاستشارات، جامعة قاريونس، بنغازي، الطبعة الأولي.

37 ــ فتحي عبد العزيز ابوراضي، (1998)،" مورفولوجية سطح الأرض"، دار المعرفة الجامعية للطباعة والنشر والتوزيع، الإسكندرية، الطبعة الأولي .

38 ــ ________________، (2006)،"الأصول العامة في الجيومورفولوجية ــ علم دراسة أشكال يابس سطح الأرض، الجزء الثاني، المعرفة الجامعية للطباعة والنشر والتوزيع، الأسكندرية.

39 ــ محمد بن عبدالغني عثمان،(1997)،" أسس علم الرسوبيات"، اصدرات مطابع جامعة الملك سعود، الرياض، الطبعة الثانية.

40 ــ محمد صبري محسوب ومحمود دياب راضي،(1989)،" العمليات الجيومورفولوجية"، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة، الطبعة الأولي.

41 ــ محمد صبري محسوب، (1991)،" جيومورفولوجية السواحل"، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة.

42 ــ ـــــــــــــــــــ، (1998)،" جيومورفولوجية الأشكال الأرضية"، دار الفكر العربي للنشر والتوزيع، القاهرة، الطبعة الأولي.

43 ــ ـــــــــــــــــــ، (2003)، " جيومورفولوجية الأشكال الأرضية"، دار الفكر العربي، القاهرة، الطبعة الأولي.

44 ــ محمد على فضيل، (1995)،" الجماهيرية دراسة في الجغرافيا"، تحرير، الهادي مصطفي بولقمة، سعد خليل القزيري، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، مصراته، الطبعة الأولي.

45 ــ محمد نجيب عبد العظيم، (1996)،"علم المناخ المعاصر", منشاة المعارف، الأسكندرية، الطبعة الأولي.

46 ــ محمود محمد عاشور، (2004)،" أسس الجغرافية الطبيعية "، دار القلم للنشر والتوزيع، دبي، الطبعة الثانية.

47 ــ ـــــــــــــــــــ، وآخرون ، (1991)، " السبخات في شبة جزيرة قطر"، دراسة جيومورفولوجية جيولوجية حيوية، مركز الوثائق والدارسات الإنسانية، جامعة قطر، الطبعة الأولي.

48 ــ مدينة سالم الشاعري، (2002)،"الغطاء النباتي في الساحل الشمالي الشرقي ــ هضبة البطنان، مطابع الثورة، بنغازي، الطبعة الأولي.

49 ــ نبيل سيد إمبابي، محمود محمد عاشور، (1983)،" الكثبان الرملية في شبة جزيرة قطر"، الجزء الأول، مركز الوثائق والبحوث الإنسانية، جامعة قطر، الدوحة، الطبعة الأولي.

50 ــ ـــــــــــــــــــ، محمود محمد عاشور، (1985)،" الكثبان الرملية في شبة جزيرة قطر"، الجزء الثاني، مركز الوثائق والبحوث الإنسانية، جامعة قطر، الدوحة، الطبعة الأولي.

51 ــ ياسين محمد إبراهيم، (1980)،" سواحل قطر ــ دراسة جيومورفولوجية"، مطبعة الجبلاوي، القاهرة، الطبعة الأولي.

52 ــ يوسف عبدالمجيد فايد، محمد صبري محسوب، (2001)،"جغرافية البحار والمحيطات"، دار الفكر العربي ملتزم الطبع والنشر، القاهرة، الطبعة الأولي.

ـــ الرسائل والبحوث العلمية:

1 ــ أحمد احمد مصطفى، (1982)،" حوض وادي حنيفة بالمملكة العربية السعودية ــ دراسة جيومورفولوجية"، رسالة ماجستير، (غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الأسكندرية.

2 ــ احمد قريرة احمد، (2006)،" جيومورفولوجية النطاق الساحلي لسهل الجفارة بشمال غرب ليبيا"، رسالة دكتوراه غير منشورة، معهد البحوث والدراسات العربية، قسم البحوث والدراسات الجغرافيا.

3 ــ خليفة احمد الشحومي، (2003)،" مورفولوجية الكارست في المنطقة الممتدة من درنة إلي سوسة بالجبل الأخضر ــ شمال شرق ليبيا"، رسالة ماجستير (غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة قاريونس، بنغازي.

4 ــ الصيد صالح الصادق الجيلاني، (2001)،" خط الساحل بين سوسة ودرنة بالجبل الأخضر ــ دراسة لأثر الأمواج على الظاهرات الجيومورفولوجية والمنشات الساحلية"، رسالة ماجستير (غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة قاريونس، بنغازي.

5 ــ عابد محمد طاهر، (1990)،" العلاقة بين أنماط التصريف والتراكيب الجيولوجية المتمثلة في الفواصل والصدوع من جهة ونوع الصخور من جهة أخري في المنطقة الممتدة بين سوسة وكرسه بالجبل الأخضر، رسالة ماجستير (غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة قاريونس، بنغازي.

6 ــ عادل إدريس فتح الله الخالدي، (2009)، " التحليل المكاني لتطور استعمالات الأرض في مدينة طبرق"، رسالة ماجستير(غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة قاريونس، بنغازي.

7 ــ عبد الباسط مفتاح أنويجي، (2004)، "الأمن المائي الليبي ومشروع النهر الصناعي ــ دراسة في الجغرافية السياسية "، رسالة ماجستير، (غير منشورة)، قسم الجغرافية، كلية الآداب، جامعة قاريونس، بنغازي.

8 ــ عبدالمجيد أحمد يحي مداغش، (2009)،" جيومورفولوجية حوض صعده في اليمن باستخدام الاستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافيا"، رسالة دكتوراه، (غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس.

9 ــ كريم مصلح الصالح،(1996)" جيومورفولوجية الحافة الجبلية والمنطقة الساحلية فيما بين رأس الزعفرانة وابوبكر ــ الصحراء الشرقية"، رسالة دكتوراه (غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس.

10 ــ محمد إبراهيم محمد، (2007)، " جيومورفولوجية السهل الساحلي للبحر الأحمر بين القصير ومرسي علم وأثراها علي السياحة ــ دراسة تطبيقية"، رسالة ماجستير (غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
11 ــ محمد رمضان مصطفي، (1993)،" هضبة الدفة ــ دراسة جيومورفولوجية"، رسالة دكتوراه، (غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس.
12 ــ محمود إبراهيم دسوقي،(2005)،" الأشكال الأرضية الناتجة عن فعل الرياح بمنخفض الواحات البحرية ــ دراسة جيومورفولوجية"، رسالة ماجستير (عير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب ، جامعة المنوفية.
13 ــ محمود محمد عاشور، (1979)،" الجزء الأوسط من جبل نفوسة وسهل الجيفارا"، رسالة دكتوراه، (غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس.
14 ــ محمود على المبروك صالح، (2006)،" حوض وادي السهل الشرقي بهضبة البطنان ــ دراسة جيومورفومترية"، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عمر المختار.
15 ــ مفيدة أبوعجيلة محمد، (2007)،" مناخ الساحل الليبي وأثرها على النشاط الزراعي ــ دراسة في المناخ التطبيقي"، رسالة دكتوراه، (غير منشوره)، قسم البحوث والدراسات الجغرافيا، معهد البحوث والدراسات العربية، جامعة الدول العربية، القاهرة.

ــ الدوريات والمجلات العلمية:

16 ــ احمد عبد السلام علي، (2000)،" جيومورفولوجية إقليم طباقة الحقف من رأس النكدة شمالا حتى رأس مدركة جنوبا بسلطنة عمان"، مجلة كلية الآداب جامعة المنوفية، العدد الثالث والأربعون.
17 ــ جودة فتحي التركماني،(1991)،" جيومورفولوجية المراوح الفيضية على جانبي وادي دهب الغائب بشبة جزيرة سيناء"، مجلة بحوث كلية الآداب، جامعة المنوفية، العدد الخامس.
18 ــ حسن رمضان سلامة، (1982)،" الخصائص الشكلية ودلالاتها الجيومورفولوجية"، دورية علمية محكمة، تعني بالبحوث الجغرافية، يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافيا الكويتية، العدد 43.
19 ــ ـــــــــــــــــــ، (1985)،" اختلاف التصريف المائي للأودية في الأردن"، دورية علمية محكمة، تعني بالبحوث الجغرافية، يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافيا الكويتية، العدد 75.

20 ــ سمير سامي محمود، (2001)،" كهوف وبالوعات جنوب عمـــان"، دوريـــة علميـــة محكمة تعني بالبحوث الجغرافية يصدرها قسم الجغرافيـــا بجامعـــة الكويـــت والجمعيـــة الجغرافيا الكويتية، العدد 254.

21 ــ السيد السيد الحسني، (1988)،" جيومورفولوجية منطقة الخبران جنـــوب الكويـــت"، سلسة علمية تصدر عن وحدة البحوث والترجمة، الجمعية الجغرافيـــة الكويتيـــة، جامعـــة الكويت، العدد57.

22 ــ صابر أمين الدسوقي، (1990)،" تحليل سفوح الجزء الأدنـــى مـــن وادي الرشـــراش بالصحراء الشرقية"، المجلة الجغرافية العربية، تصدر عن الجمعية الجغرافية المصـــرية، العدد الثاني والعشرون.

23 ــ عبد الحميد احمد كيلو، ومحمد إسماعيل الشيخ، (1986)،" نباك الساحل الشمالي فـــي دولة الكويت"، دراسة جيومورفولوجية ، سلسلة الاصـــدرات الخاصـــة، وحـــدة البحـــث والترجمة، قسم الجغرافيا، جامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد12.

24 ــ عبد الحميد احمد كيلو، (2001)،"الحفر الوعائية في جزر أسوان الصخرية ــ دراســـة جيومورفولوجية"، دورية علمية محكمة، تعني بالبحوث الجغرافية، يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافيا الكويتية، العدد 250.

25 ــ ــــــــــــــــــــــ، (2006)، "سبخات الساحل الشمالي بدولة الكويت ــ توزيعها ــ نشأتها ــ خصائصها"، دورية علمية محكمة، تعني بالبحوث الجغرافيـــة، يصـــدرها قســـم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافيا الكويتية، العدد .318

26 ــ عبد العزيز طريح شرف، (1958)،" مشكلة الأمطار في ليبيا"، مجلـــة كليـــة الآداب والتربية، جامعة بنغازي المجلد (1)، المطبعة الأهلية، بنغازي.

27 ــ عبدالله بن إبراهيم المهيدب، (2002)،"التربة السبخية في المملكة العربيـــة الســـعودية، خواصها وطرق معالجتها"، مجلة جامعة الملك عبد العزيز للعلوم الهندسية، العدد الرابـــع عشر، الجزء الثاني.

28 ــ عزة احمد عبدالله، (2005)،" جيومورفولوجية النباك في منخفض الواحات البحريـــة"، المجلة الجغرافية العربية، تصدر عن الجمعيـــة الجغرافيـــة المصـــرية، العـــدد الســـادس والأربعون، الجزء الثاني.

29 ــ فتحي أحمد الهرام، مجدي تراب، (1990)،" التطور الجيومورفولوجي لبعض أوديـــة الجبل الأخضر باستخدام التحليل المورفومتري، مجلة قاريونس العلمية، تصدر عن جامعة قاريونس بنغازي، العدد الرابع.

30 ــ فرج محمد المقصبي، (2001)،" النباتات المتوطنة في ليبيا"، مجلة البيئة، تصدر عن الهيئة العام للبيئة، طرابلس، العدد الثالث.
31 ــ لطفي بولس، (1970)،" الأشجار والشجيرات البرية في ليبيا"، مجلة الحصاد، العدد العشرون.
32 ــ محمد بن فضيل بوروبة، (2000)،" دراسة هيدرومترية لتقدير حجم سيول حوض وادي عتوه بالمملكة العربية السعودية"، مركز دراسات الجزيرة العربية، سلسلة الاصدرات الخاصة، جامعة الكويت، العدد الواحد والعشرون.
33 ــ محمد مجدي تراب، (1997)،" التطور الجيومورفولوجي لحوض وادي قصيب بالنطاق الشرقي من شبة جزيرة سيناء"، المجلة الجغرافية العربية، تصدر عن الجمعية الجغرافية المصرية، العدد الثلاثون.
34 ــ محمود محمد عاشور ، (1986)،"طرق التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائي"، حولية كلية الإنسانيات والعلوم الاجتماعية، جامعة قطر، العدد التاسع.
35 ــ ـــــــــــــــــ، (1989)،" سطح قطر بين الماضي والحاضر ــ دراسة في تغير ملامح السطح"، رسائل جغرافيا، دورية علمية محكمة، تعني بالبحوث الجغرافية، يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافيا الكويتية، العدد 126.
36 ــ نبيل سيد إمبابي، (1972)،" أشكال السفوح"، المجلة الجغرافية العربية، تصدر عن الجمعية الجغرافية المصرية، العدد الخامس.
37 ــ ـــــــــــــــــ، (1973)،" طرق دراسة سفوح التلال"، حوليات كلية الآداب، جامعة عين شمس، المجلد الثالث عشر.
38 ــ نصر الدين محمود،(2009)،"تشققات التكوينات الطينية ــ دراسة جيومورفولوجية"، المجلة الجغرافية العربية، تصدر عن الجمعية الجغرافية المصرية، الجزء الثاني العدد الرابع والخمسون.

ثانيا ـ المراجع الأجنبية:

1 ـ Abdel-Rahman. M.A, Embabi. N.S, El-Etr. H.A & Mostafa. A.R, (1980 - 1981), "Some Geomorphological Aspects of Siwa depression" , Bull, Soc. Geog. Egypt, Vol. 53- 54, pp. 17-41 .

2 ـ Anthony .J. Parsons, Athol D. Abrahams, (1994),"Geomorphology of Desert Environments", Library of Congress 2008939014_c Springer Science + Business Media B.V. Second Edition.

3 ـ Beograd Yugoslavia, (1974), Garoslav Cerink- "investigations and studies of (25) wadis in Tobruk area" volume I- basic results and documentation.

4 ـ Beograd – Yugoslavia , (1974), Investigations and Studies of Natural Conditions and Resources of the Wadis AL- Manastir AL-Gharb , AL- Ayn and AL Awdah " Institute of Development of Water Resources.

5 ـ El Senussi , M,y, (1972) "Geological and hydrogological Studiies on the Area West of Matruh", PH. D, Fac .sci .Cairo University, Egypt.

6 ـ Engineers Zagres Yugoslavia, (1982), the study of (8) wadis in Tobruk coastal area Volume I preliminary wrecks geotehnika-consulting.

7 ـ Eric Bird , (2008), "Coastal Geomorphology" Copyright John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England, Second Edition

8 ـ Gregory & walling , (1973), " Drainage Basin : Form and Process, A geomorphologic Approach", Edward Arnold, London,457P

9 ـ Industria Research Centre Tarabulus, (1984)), Geological Map of Libya , Explanatory Book lat ,(Ajdabiya sheet , 1:250.000).

10 ـ Industrial Reserch Centre,(1974), Geological Map of Libya, Explanatory Book lat ,(Darnah sheet , 1:250.000).

11 ـ Industrial Reserch Centre,(1977), Geological Map of Libya, Explanatory Book lat ,(AL – Bardia sheet , 1:250.000).

12 ـ M. F. Megerisi and V.D.Mamgainn, (1980), the upper cretaceous-Teriary formatios of northern libya asynthesis, department of geological researches and mining bulletin Industrial Reserch Centre,Tripoli no12.

13 ـ Nabil Embabi, (2004), "The Geomorphology of Egypt, landforms and Evolution," the Egyptian Geographical, society, special publication, Cairo, p 447.

14 ـ Ro Charlton, (2008), "Fundamentals of Fluvial Geomorphology", First published by Routledge 2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon, OX14 4RN Simultaneously published in the USA and Canada

15 ـ Rohlich.p, (1974), "Geological Map of Libya", Explanatory Book lat, Industrial Reserch Centre, Tripoli.

16 ـ Robin Davidson Arnott, (2009) . "An Introduction to Coastal Processes and Geomorphology" . Cambridge University Press. pp. 7. 11.

17 ـ Schmm , (1956), " The Role of Creep and Rain wash on the Retreat of Badland", Amer.J.Sci, 254, pp. 693-706.

18 ـ Syamadas Banerjee (1980), "Stratigraphic Lexicon of Libya , Department of Geological Researches and Mining , Industrial , Research , Center , Tripoli .

19 ـ Strahler, (1958), "Dimensional Analysis of Applied to Fluviall Eroded Landforms", Geol, sos, Amer, Bull,Vol.69, pp.279-300.

20 ـ Young. A. (1972) "Slopes", Oliver & Boyd, Edinburgh, p.288.

ثالثا ـ مواقع وروابط ذات صلة متاحة علي الانترنت:

ـ روابط الصور والمرئيات الفضائية: (TM – ETM – SRTM).

1 ـ http://glcfapp.glcf.umd.edu:8080/esdi/index.jsp.

2 ـ http://glovis.usgs.gov/.

3 ـ http://free-gis-data.blogspot.com/2009/04/aster-global-digital-elevation-model.html.

ـ روابط ذات صلة بموضوع الدراسة:

4 ـ http://www.almadwaaljazer.com/af/libya/bardiyah.

5 ـ http://www.almadwaaljazer.com/af/libya/tubruq.

6 ـ http://swideg.jeeran.com/geography/archive/2009/5/882405.html.

7 ـ http://swideg.jeeran.com/geography/archive/2009/5/882399.html.

8 ـ http://swideg.jeeran.com/geography/archive/2009/5/882391.html.

9 ـ http://continents.com/libya.htm&prev=/translate_s%3Fhl%3Dar%26q 3d Geology Blibya%26sl%3dar%26t%3Den.

10 ـ http://www.libyaalyoum.com/look/article.tpl?IdLanguage=17&IdPublication=1&NrArticle=16601&NrIssue=1&NrSection=14.

11 ـ http://www.alhandasa.net/forum/archive/index.php/t-117222.html.

12 ـ http://swideg.jeeran.com/geography/archive/2007/10/360065.html.

13 ـ http://gigapedia.com. - موقع لتحميل كتب جيومورفولوجية باللغة الانجليزية.

ملخـص رسـالة دكتـوراه

بعنوان:

هضبـة الدفنـة فـي شمـال شـرق ليبيا

"دراسة جيومورفولوجية"

تشغل منطقة الدراسة الجزء الشمالي الشرقي من ليبيا، وتمتد مـن مصـب وادي أم الشـاوش شرق مدينة طبرق حتي بئر الرملة في الشرق عند الحدود الشرقية لليبيـا مـع جمهوريـة مصـر العربية لمسافة 130 كم، وتقع فلكيا بين دائرتي عرض 31.30ْ و32.21ْ شمالا، وبـين خطـي طول 24.00ْ و25.08ْ شرقا، وتقدر مساحتها بحوالي 5638.3 كم^2، ويبلغ أقصي ارتفـاع لهـا 223 متر فوق مستوي سطح البحر.

تتألف الدراسة من خمسة فصول رئيسية تسبقهما مقدمة ويعقبهما خاتمـة، وتضـمنت المقدمـة التعريف بموقع منطقة الدراسة وملامحها العامة، وأسباب اختيار الموضوع والهـدف منـه، مـع عرض لمجموعة من الدراسات السابقة التي تناولت منطقة الدراسة والمناطق المجاورة، مع شـرح موجز للمناهج المستخدمة والوسائل والتقنيات الحديثة المستخدمة في الدراسات الجيومورفولوجيـة التي تتمثل في برامج الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، واستعراض مراحـل أعـداد الدراسة.

تناول الفصـل الأول: الخصائص الجغرافيا بمنطقة الدراسة، وتم فيه وصف التوزيـع الجغرافـي للمظهر المورفولوجي بالمنطقة للتعرف على أهم الوحدات السطحية، ثم دراسة الخصائص الطبيعية العامة بداية بدراسة التتابع الطبقي للعمود الجيولوجي من الأقدم حتي الزمن الرابـع الحـديث، ثـم دراسة التكوينات الجيولوجية التي تتكشف على سطح المنطقة، التي تنتمي أقدمها إلى الزمن الثالـث من الكريتاوي إلى الميوسين، كما غطت تكوينات الزمن الرابع مسـاحات شاسـعة مـن المنطقـة وتمثلت في صخور الكالكارنيت والرواسب المائية والهوائية ورواسب السبخات والكثبـان الرمليـة الساحلية، كما أوضحت دراسة التراكيب الجيولوجية بساطة التركيب البنيـوي الـذي تمثـل فـي الصدوع العادية التي ترجع إلى عصر الميوسين وتأخذ اتجاهات مابين شرق ــ غـرب و شـمال غرب ــ جنوب شرق، وتمتد متوازية مع امتداد خط الساحل، وأن طبقاتها الصخرية تميـل مـيلا خفيفا ناحية الشمال، كما تم دراسة أهم العناصر المناخية، إضافة إلى دراسة التربة والموارد المائية والغطاء النباتي والسكان واهم الأنشطة البشرية.

أما الفصـل الثـاني: فقد تناول الظاهرات الجيومورفولوجية الساحلية، وتم فيه عرض الخصائص العامة لخط الساحل والعوامل المؤثر في تشكيلة التي تمثلت في الأمـواج البحريـة وعمليـة المـد والجزر والتيارات البحرية التي ظهرت آثارها في إرساب الرمال الشاطئية على خط الساحل وفي

مصبات اغلب الأودية، ثم الأشكال الناتجة عن النحت البحري وتمثلت في الجروف البحرية التي ارتبطت بها أشكال مثل الرؤوس والنتوءات والخلجان البحرية والكهوف والفجوات والأقواس والمسلات البحرية، ثم دراسة الأشكال الناتجة عن الإرساب البحري وتمثلت في الشواطئ الرملية والحصوية والكثبان الرملية والنباك والسبخات التي قسمت إلى سبخات تمتد خلف الكثبان الرملية، وسبخات تمتد في اغلب مصبات الأودية.

وعالج الفصل الثالث: أحواض وشبكات التصريف بمنطقة الدراسة التي تعد من أهم الأشكال الجيومورفولوجية بالمنطقة، وذلك من خلال دراسة الخصائص المورفومترية للأحواض والتي تضم تحليل الخصائص المساحية وأبعاد الأحواض، ثم دراسة الخصائص الشكلية والخصائص التضاريسية للأحواض، ثم تحليل خصائص شبكة التصريف والتي تناولت تحديد الرتبة النهرية وأعداد المجاري ونسبة التشعب وأطوال المجاري وكثافة التصريف ومعد تكرارها إلى جانب دراسة أهم أنماط التصريف والعلاقات الارتباطيه بين الأحواض وشبكات التصريف وأنتها الفصل بتحليل قطاعات الأودية والتي تضم تحليل القطاعات الطولية والعرضية للأودية.

وجاء الفصل الرابع وتناول: الأشكال الناتجة عن التجوية وحركة المواد على المنحدرات، وتم في عرض الأشكال الناتجة عن التجوية وقسمت إلى الأشكال الناتجة عن عمليات التجوية الكيميائية وتمثلت في حفر التجوية والأشكال الكارستية، ثم الأشكال الناتجة عن عمليات التجوية الميكانيكية وتمثلت في التقشير الصخري والتفكك الكتلي والحبيبي إضافة إلى دراسة ركام ومنحدرات الهشيم، وأنماط حركة المواد على المنحدرات والعوامل المؤثر فيها واهم أنوع حركة المواد، ثم دراسة خصائص المنحدرات من حيث تحليل خريطة الانحدار واتجاهات الانحدار وتحليل زوايا ومعدل التقوس واهم الأشكال التي تظهر عليها تلك المنحدرات.

وخصص الفصل الخامس لدراسة: الأشكال الناتجة عن النحت والترسيب المائي والريحي، وتم فية عرض الأشكال الناتجة عن النحت والترسيب المائي وتمثلت في الأودية وما يرتبط بها من أشكال مثل نقاط تغير الانحدار وحفر الغطس والمصاطب الصخرية، وأسطح البدمنت، في حين تمثلت أهم أشكال الإرساب المائي في المراوح الفيضية والمصاطب الرسوبية ورواسب بطون الأودية والتشققات الطينية، وتمثلت الأشكال الناتجة عن النحت والترسيب الريحي في أسطح الحماداة والفرشات والتموجات الرملية وعلامات النيم والنباك الداخلية والكثبان الرملية الصاعدة التي تغطي بعض أجزاء من المنحدرات الجنوبية، كما تم دراسة المنخفضات التي قسمت إلى منخفضات الغيطان والحلق ومنخفضات السقايف، إضافة إلى تحليل قطاعات انحدار منحدرات السقايف ومعدل تقوسها، إضافة إلى تتبع مراحل التطور الجيومورفولوجي للمنطقة.

أما الخاتمة فقد تم فيها عرض أهم النتائج التي توصل إليها الباحث في موضوع الدراسة مع تقديم بعض التوصيات التي قد تساهم في تنمية بعض الجوانب بالمنطقة.

Abstract

Doctorate (PhD.) Thesis

Dafna Plateau in North East of Libya

"Geomorphology Study"

The study area occupies the eastern-north part of Libya , it extends from the Mauth debou Chneut of Wadi Omm El-Shawesh, east of Tobreq City, to Bir Al Ramla Weep in the eastern border of Libya to Egypt for about 130 km long. The area lies between longitude 24 to 25.08° E and between Catitade 31.30 to 32.21 N. The total area included in the study is estimated to be about 5638.3 km 2 with maximum height of 223 m above the mean sea level. This is composed of main five chapters preceded by an introduction and followed by a conclusion. The introduction includes a detailed description of the study area , its general features, the reasons for selecting the subject and the objectives of the study . Also it includes reviewing of previous literatures dealt with the study area and the adjacent regions with a brief explanations of the methods and modern technologies used in the geomorphological studies like remote sensing and GIS. Finally, the introduction shows the stages of the research preparation.

The first chapter: This chapter describes the geographic characteristics of the study area including the geographic distribution of geomorphological features to recognize the most important surface units . Also, it include the study of stratagraphical succession of the geological units which started from the oldest unit up to Quaternary deposits. Moreover, the geological outcrops have been studied. They found to be belonging to the Cretaceous (the oldest unit) and the Miocene (the youngest unit). However, most of the study area is covered by Quaternary deposits representing by calcarenite rocks , Sebkha deposits , alluvial and fluvial deposits and costal sand dunes. The Geological Structure of the area is not complicated. The bedding of Geological formation is dipping slightly toward North. Normal faults ane running parallel to coast line with strike of East-West and Northwest – Southeast Landforms are very common in the Miocene rocks

Also the most important climatic factors were investigated in addition to study of soil, water resources, plant cover, population and the most important human activities.

The second chapter: dealt with coastal geomorphological phenomena such as the general characteristics of the beach line and its formation by many factors like waves and tides currents as indicated by the present of marine

sand deposit along the coastline and at many Wadies mouths. Also, features resulted from marine erosion are studied. Those include margin cliffs which usually found to be associated with another features such as heads, bulges, margin gulfs, cavities, caves, arches and margin obelisks. Furthermore, this chapter investigated features resulted from Marine deposition represented by sand and gravel beaches and sand dunes and swamps. These swamps were divided into swamps extend behind sand beaches and swamps extend in most bouchments of vallies.

The third chapter: deals with basins and draining pattern in the study area that considered one of the most important geomorphological feature of the area. Morphometric analysis of basin characteristics is carried out by analyzing and surveying features , dimensions. morphological and topographic features of the basins. Drainage pattern charaterictis are investgated. This include numbering and ranks of streams and tributaries. Also, the determination of bifurcation ratio and stream density and its ratio frequency in addation to investigate the most important patterns of drainage and correlation between basins and drainage networks. This chapter was closed by analyzing vallies cross sections that includes analyzing horizontal and vertical cross sections.

The fourth chapter: is dealing with Landforms resulting from weathering and materials movement on slopes. The features associated with weathering are divided to features due to chemical weathering like Sinkholes and Karstic caves. Meanwhile, mechanical weathering representing by rock exfoliations and block and granular disintegration.

Material movements pattern in the area is described. In addition to investigating piles and landslide and factors that controls its movements along slopes. On the other hand, this chapter focusing on characteristics of slopes in terms of inclination map, inclination directions, analyzing angles and rate of arching and the most important forms on which those slopes appear.

The fifth chapter: is devoted to investigate Landforms resulted from wind and water erosion and deposition. Fluvial features are Vallies and other associated forms such as points of inclination and neckpoint whereas the most important forms of fluvial deposition represented by fluvial fans and sedimentary platues , deposits of interior vallies and Mud cracks . Whereas forms resulted in wind erosion were represented in ripple waves and sandy lines that cover some parts of the southern slopes. Moreover, this chapter studied depressions which divided into two types : Khytan and sakayf . Also, analyzing sections of inclination of slopes, rate of its arching have been

conducted in addition to examine and trace the geomorphological development phases in the investigation area.

Finally, the research is ended by a conclusion derived from the results obtained during the study. The conclusion include recommendations on how regional development In some aspects could be achieved in this area.

Ain Shams University
Faculty of Arts
Department of Geography



Dafna Plateau in North East of Libya

"Geomorphological Study"

Thesis Submitted for Ph.D. in Physical Geography.

Presented by Student:

Mahmod Ali ALMabrouk Saleh

Supervisor

Prof: Mahmod Mohamed Ashour

Professor of Physical Geography
Faculty of Arts Ain Shams University

2013